T. LIII. — N° 4 1946

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Sommaire

(Suite page 2)

Gaston DOIN & Cie, Éditeurs

8, Place de l'Odéon, PARIS (6e)

Adresser tout ce qui concerne la rédaction au Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris 6^e

TARIF DE L'ABONNEMENT 1946

France, Colonies et territoires sous mandat. Monaco .... **320** fra[ncs]

Etranger .... **435** fra[ncs]

Envoyer les mandats, chèques sur Paris et chèques postaux (compte Paris 201-74) à **MM. G. DOIN et Cie**
8, place de l'Odéon. PARIS-VIe

CHANGEMENT D'ADRESSE

Il ne sera tenu compte désormais que des changements d'adresse accompagnés de la dernière ban[de] et de la somme de cinq francs en timbres-poste pour la France et de dix francs en coupon international pour l'Etranger

En raison des restrictions imposées à la consommation du papier, la concision est recommandée aux Auteurs dans la rédaction de leurs articles

LIVRES REÇUS

ANGEL (Fernand) : *Faune de France*. — Nº 45, Reptiles et Amphibiens. 1 vol. in-8º de 204 pages. Paul Lechevalier, Paris, 1946.

Annuaire de l'Académie Royale de Belgique 1946, 1 vol. in-16º de 80 pages. Palais des Académies, Bruxelles.

CORDEBAS (René) : *Les Lois de l'Esprit de la Science des Principes*. — 1 vol. in-8º de 172 pages. Editions André Lesot, Paris 1946.

DURANTON (Bernard) : *Radiologie*. — Une brochure in-4º de 12 pages, 1 planche.

Du même auteur : *Une théorie de « Champ » applicable à la Thérapeutique Homœopathique*. — Une brochure in-4º de 5 pages

Du même auteur : *Propriétés des Condensats*. — Une brochure in-4º de 2 pages. Laboratoires de Recherches Biologiques, Place Saint-Urbain Troyes (Aube).

GOSSOT (Pierre) : *Ce qu'il faut savoir des poissons*. — 1 vol. in-16º de 260 pages, 20 planches couleur. Paul Lechevalier, Paris, 1946. Prix : 200 fr.

REY (Abel), professeur à la Sorbonne : *L'apogée de la Science technique grecque*. — Un vol. de xx-316 pages. Editions Albin Michel, Paris 1946. Prix : 190 fr

SOMMAIRE DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1º Sciences Mathématiques

Bulletin des Sciences Mathématiques. Tome LXIX, sept.-oct. 1945. — Mandelbrojt : Analytic functions and classes of infinitely différentiable functions. Rice Institute Pamphlet, Vol. XXIX, nº 1 *(Laurent Schwartz)*. — M. Brelot : Sur la mesure harmonique et le problème de Dirichlet. — G. Choquet : Sur un type de transformation analytique généralisant la représentation conforme et définie au moyen de fonctions harmoniques. — Mlle J. Ferraud et J. Duffresnoy : Extension d'une inégalité de M. Ahlfors et application au problème de la dérivée angulaire. — M. Parodi : Application du calcul symbolique à la résolution de certaines équations de Fredholm.

Bulletin of the American Mathematical Society. T. LII, nº 4, avril 1946. — E. Artin et G. Whaples : Une note sur la caractérisation axiomatique des corps. — P. Erdos et I. Niven : Quelques propriétés des sommes partielles des séries harmoniques. — I.-S. Cohen et A. Seidenberg : Idéaux premiers et dépendance intégrale. — C.-D. Olds : Note sur une approximation diophantienne. — E.-L. Post : Une variante d'un problème irrésoluble par récurrence. — L. Byrne : Deux courtes formulations des algèbres de Boole. — R. Baer : Projectivités à points fixes sur toute courbe du plan. — G.-B. Huff : Inégalités liant les solutions des équations de cremone. — P. Erdos et M. Kac : Sur certains théorèmes limites de la théorie de la probabilité. — F.-B. Jones : Sur la réparabilité de certains espaces métriques à connexion locale. — H. Schwerdtfeger : Transformations de Mœbius et fractions continues. — A. Zygmund : Sur le théorème de Fejer-Riesz. — F.-T. Wang : Une note sur la fonction zéta de Riemann. — G.-W. Mackey : Note sur un théorème de Murray. — S.-M. Shah : Sur les ordres de proximité des fonctions intégrales. — W.-F. Eberlein : Une note sur le théorème spectral. — R.-N. Haskell : Fonctions monogènes aréolaires. — A. Spitzbart : Approximation au sens des moindres p-ièmes puissances avec une simple condition d'interpolation. — J.-L. Wlash : Note sur la localisation des points critiques des fonctions harmoniques. — R.-P. Boas et H. Pollard : Propriétés équivalente à laplénitu de de $\{ e^{-t} t^{\lambda n} \}$. — P. Civin : Majorantes polynomiales.

Bulletin American Mathematical Society. T. LII, nº 5, mai 1946. — M. Morse : George David Birkhoff et son œuvre mathématique. — J. C. Slater : Le physique et l'équation des ondes.

Gazeta de Matematica. T. VII, nº 27, février 1946. — G. Birkhoff : Qu'est-ce qu'une structure ? — H.-B. Ribeiro : Qu'est-ce qu'un réseau ? — G. Dedebant : Sur une manière de présenter la résolution des équations algébriques. — F. Soores David : Sur les relations d'incertitude de Heisenberg. — A. Gilbert : Sur l'effet Compton. — R.-L. Gomes : Sur le problème de l'enseignement au Portugal.

Publications de la Faculté des Sciences de l'Université Masaryk.

1939, nº 273. — J. Novak : Sur les espaces (L) et sur les produits cartésiens (L).

1939, nº 274. — F. Fürle : Une surface réglée rationnelle du sixième degré.

1939, nº 275. — O. Boruvka : Théorie des groupoïdes.

1946, nº 277. — J. Zahradnielk : Etude des oscillations non amorties d'un système de pendules de torsion couples.

2º Sciences Physiques et Chimiques

Chinese Journal of Physics. T. VI, nº 1, juillet 1945. — C.-F. Ying : Sur la fonction de partition approchée de la théorie statistique de l'adsorption. — Ta You Wu : Les bandes d'absorption des atomes alcalins en présence de gaz étrangers : remarques sur l'article de Chen. — T.-Z. Chu : Fonction d'ondes séparable pour l'état fondamental de l'hélium construite d'après la fonction d'ondes d'Hylleraas. — J.-S. Wang : Quelques propriétés d'un gaz de Van der Waals. — S.-T. Ma : Sur la représentation d'Hersenberg de l'électrodynamique quantique. — T.-T. Kou et Ta-You Wu : Les fonctions d'ondes du type d'Hylleraas pour l'état $2\ s^2\ {}^1S$ de l'hélium. — C.-N. Yang : La température critique et la discontinuité de la chaleur spécifique d'un superréseau. — L.-C. Tsien : Sur l'application d'un interféromètre à prisme de Hilger à la résolution des raies spectrales.

Journal de Chimie Physique. Tome XLIII, nº 2, février 1946. — E. Calvet et R. Chevalerias : Nouvelle méthode interférentielle d'étude de la diffusion dans les liquides. — Mlle M. Cordier : Etude de l'hydratation des ions Na^+ et Cl^-. — A. Dognon : Remarques sur la signification de la mesure photométrique des suspensions. — M. Haissinsky : Formation anodique d'un paroxyde de protactinium.

Revue d'Optique. Tome XXIV, nos 1-3, janv.-mars 1945. — A. Gouffé : Corrections d'ouverture des corps noirs artificiels compte tenu des diffusions multiples internes. — Ch. Dufour : Utilisation de l'interféromètre Fabry-Perot pour la recherche des satellites faibles. — Ch. Dufour et R. Picca : Sur l'interféromètre Fabry-Perot ; importance des imperfections de surface. — J. Cojan : Le spectrographe du Palais de la Découverte.

3º Sciences Naturelles

Bulletin de la Société Portugaise des Sciences Naturelles. Tome XIV, 1942-1943. — J.-M. Pires Soares : Anomalies de croissance des arbres. V. Le Platane de Feital (S. Pedro de Sintra). — René Reding et A. Neves e Castro : Propriétés œstrogènes des substances protéiques. — João Tapadinhas et Kurt P. Jacobsohn : l'inhibition fermentaire par le substratum. — Luis Dias Amado : Injections sous-cutanées d'hydroquinone chez le Cobaye. *Etude cytologique*. — R. Telles Palhinha e S. da Costa Primo : Da influência do diclorobenzeno na germinação en na mitose. — J. Fraga de Azevedo : On the Leptospira infection of Dogs, in Lisbon. — A. Gonçalves da Cunha : Observations cytologiques à propos de *Linum augustifolium* Huds. parasité par *Melamsora Lini* (Ehrenb.) Lév. — Alberto de Carvalho eet Carlos Vidal : Sur l'action de quelques filtrats bactériens sur le développement du Bacille de Koch. — Kurt P. Jacobsohn et João Tapadinhas : Sur l'activité optique des acides citrique, malique et tartrique. — Luis Abecassis et J. Monitz Bettencourt : Action du chlorhydrate d'aneurine sur le muscle de la Sangsue. — A. Gonçalves da Cunha : Nouvelles observations sur l'origine des plastes. — Kurt P. Jacobsohn, A. da Cruz C.-J. Tapadinhas : Action des sulfamides sur les enzymes. Essais avec la fumarico-hydratase et la cholinestérase. — Kurt P. Jacobsohn et João Tapadinhas : Sur l'activité fermentaire chez les animaux hibernants. Essais avec la fumaricohydratase. — D. Pedro da Cunha et Kurt P. Jacobsohn : En-

zymes placentaires. La cholinestérase. — KURT P. JACOBSOHN : Y a-t-il de la cholinestérase chez les végétaux ? — KURT P. JACOBSOHN : L'action cinétique de l'ion magnésium sur le système des aconitases. — C.-M. BAETA NEVES : La *Dioryctria splendidella* H. S. *(Lepidoptera — Pyralidae)*, espèce nouvelle pour l'entomofaune portugaise. — P. IGNACIO SALA DE CASTELLARNAU, S.-J. : Ofensiva en Europa, contra el Crisomélido, *Leptinotarsa decemlineata* SAY. — A. GONÇALVES DA CUNHA : Additions à la Flore charologique du Portugal. II. — M.-A. MENDES ALVES : Influence de la p-amino-phényl-sulfamide sur l'action hipoglycémiante de l'insuline. — KURT P. JACOBSOHN : Action de l'acide iodo-acétique sur la cholinestérase (considérations sur l'intoxication des systèmes fermentaires). — KURT P. JACOBSOHN et JOÃO TAPADINHAS : Action des métaux lourds sur la cholinestérase. — KURT P. JACOBSOHN et J. MIRABEAU CRUZ : Note sur l'action de l'aneurine sur le système de la cholinestérase. — KURT P. JACOBSOHN et JOAO TAPADINHAS : Etude cinétique sur le système de la cholinestérase. — A. NUNES ABOIM : Essais de détection histo-chimique de l'hormone cortico-surrénale. — J. MONIZ DE BETTENCOURT et A. SILVESTE DE FREITAS : Action du nerf vague sur le cœur et la pression artérielle du Chien en avitaminose B_1. — KURT P. JACOBSOHN et JOÃO TAPADINHAS : Sur le coefficient de température de la cholinestérase. — CARLOS TEIXEIRA : Sôbre a existência de Palmeiras do género *Sabal* no Pliocénico portuguës. — A. GONÇALVES DA CUNHA : Additions à la Flore charologique du Portugal. III. — A. QUINTANILHA : Observations préliminaires concernant l'étude d'une série d'Hyménomycètes au point de vue de leur sexualité — G. FONSECA SACARRÃO : Contribution à l'étude du tissu conjonctif des capsules surrénales des Vertébrés. — GERALDES BARBA : Phénomènes dégénératifs de la thyroïde du Cobaye.

Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsale. 1946, V. XXXI, — I. HESSLAND : Dépôts marins coquilliers du Bohuslân Nord. — G. WANGSJO : Sur le genre *Darmuthia* Patten. — B. BOHNLIN : Les Mammifères jurassiques et l'origine des molaires des Mammifères. — T. KROKSTROM : Feldspathisation et boudinage dans un galet de quartzite de la région de Vâstervik.

Le Naturaliste Canadien. Nos 3-5, mars-mai 1946. — A. ROBERT : Le genre Tachinus dans la province de Québec. — A. BERNARD, R. COUJONETTE et J.-A. BRASSARD : Cas de déviation de l'aileron chez des bernaches du Canada et chez des canards domestiques. — E. LEPAGE : Les lichens, les mousses et les hépatiques du Québec.

Smithsonian Miscellaneous Collections. 1940, Vol. C, Publi. n° 3588. — Essais sur l'Anthropologie historique de l'Amérique du Nord. (Volume publié en l'honneur de J.-R. SWANTON).

4° Sciences Médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine de Roumanie. Tome XVII, Nos 1-3, 1945. — Al. CRAINICEANU : L'action vasculaire de la folliculine dans l'hypertension artérielle de la ménopause. — N. POPA : Nouvelle méthode pour le contrôle de l'audition : L'autospirophonie. — M. POPESCO : Recherches sur la pharmacodynamie des vaisseaux cérébraux. Action de l'adrénaline et de l'acétylcholnie. — A. STROE, S. BĂRTIANU et O. AURESCO : Etude sur l'action des extraits rénaux de lapin néphrétique, obtenus par des injections cumulatives de nitrate d'uranium, dans le traitement des néphrites scarlatineuses. — M. POPESCO : Contribution à l'étude de l'action pharmacodynamique de la Dolantine. — A. RADOVICI : Sur une épidémie de lathyrisme. — G. NICHITA, I. PAHOMEANU-MASAROS : Sur la pharmacodynamie du sulfate de magnésium. Action du sulfate de magnésium, en injections intraveineuses chez le chien, étude clinique. — A. TEITEL BERNARD : Sur un artifice permettant de mettre en évidence la biréfringence de certaines structures biologiques. — A. TEITEL BERNARD : Sur la biréfringence des noyaux cellulaires déformés. — A. TEITEL BERNARD : Sur la structure des granules neutrophiles des leucocytes. — A. TEITEL BERNARD et N. CAJAL : Sur la structure des corps de Kourloff. — Dan BERCEANU : Compléments aux notes préliminaires sur l'ascomycétothérapie dans la chirurgie aseptique. — M. POPESCU : Contributions à l'étude de l'action pharmacodynamique de la morphine. Action vasculaire. — G. NICHITA et M. STANESCO : Sur la pharmacodynamie du sulfate de magnésium. Action du sulfate de magnésium sur les sécrétions salivaires, biliaire et rénale du chien. — G. NICHITA, I. POPESCO et PAHOMEANU-MESARO : Action du sulfate de magnésium en injections intraveineuses chez le chien. — Al. CRAINICEANU : Choc et acétylcholinogenèse ovarienne. Fonction acétylcholinergique de l'hormone folliculaire. — Al. CRAINICEANU : Hypothèse sur la pathogénie de l'hypertension artérielle de la ménopause par insuffisance de la sécrétion folliculaire et par manque de l'acétylcholinogenèse ovarienne. — P. STOENESCO, MISSIRLIN et C. DAVID : Considérations sur l'éventration diaphragmatique gauche. — A. ASLAN et MISSIRLIN : Indice oscillométrique après effort moyen pour décéler une lésion artérielle incipiente. — M. ENACHESCO, P. COMANESCO et Mme M. ZAMFIRESCO : L'élimination rénale de la bilirubine dans les ictères. — M. BALS : Péniciline et anti-péniciline. (Contributions à leur mécanisme d'action.) — M. BALS et D.-J. POTOP : Méthode rapide pour le dosage des polypeptides en clinique. (Une modification de la méthode du Dr NICOLICESCO.) — I. IACOBOVICI I.-G. BĂLTĂCEANU : A. COMĂNESCO, G. EUSTATZIU rt Mlle VASILESCO : Recherches sur le contenu de la paroi gastrique en vitamine C dans différentes affections de l'estomac. — C.-I. URECHIA et D. DUMA : L'épilepsie tournante ou giratoire. — Gh. NICULESCU et Marin POPESCO : Contributions à l'étude pharmacodynamique de la Berbérine. — I. POTOP et M. BALS : La polypeptidémie dans le typhus exanthématique. — Henriette et G. NICHITA : Recherches sur le métabolisme basal chez le chien. — Henriette et G. NICHITA : Sur l'action pharmacodynamique du sulfate de magnésium. Action du sulfate de magnésium sur le métabolisme basal du chien. — Henriette et G. NICHITA : Sur l'action pharmacodynamique du sulfate de magnésium. Etude comparative de l'action du sulfate de magnésium sur le métabolisme basal des chiens par rapport au métabolisme normal et celui modifié par l'anesthésie au chloralose. — C.-T. NICOLAU, Mlle L. RADULESCO et Mme L. BANDU : Hépathothérapie intrasternale dans les anémies pernicieuses. — G. ANDRONOVICI : La fréquence du goître dans les écoles primaires des villes capitales des départements de Moldavie (Roumanie).

Bulletin de l'Institut Pasteur. Tome XLIV, Nos 5-6, mai-juin 1946. — Maladies infectieuses humaines. — Dysenteries. — Syphilis. — Sérologie de la syphilis. — Sérums thérapeutiques sérothérapie. — Sporozoaires : Toxoplasmes.

L'Homœopathie Française. N° 5, mai 1946. — DESJARS : Drosera et lésions purulentes bacillaires. — L. VANNIER : Le choix du remède. — BOUDARD : Matière médicale infantile. — De BAUDRÉ : La guérison des verrues. — A propos du sélénium. — Notes thérapeutiques : Cystite. — NASH : Principes de thérapeutique homœopathique.

L'Homœopathie Française. N° 6, juin 1946. — R. JOUSSE : Le zona. — JACOWSKI : Essai d'interprétation de l'action des doses infinitésimales à la lumière des théories modernes sur la constitution de la matière. — WOLFF : Un cas de maladie de Brocq-Duhring guéri par l'homœopathie. — De la FUYE : Homœo-siniatrie diathermique. — NASH : Principe de thérapeutique homœopathique.

Paris-Médical. 36e année, n° 14, 6 avril 1946. — R. COUVELAIRE : Des inconvénients et des limites de l'endoscopie en urologie. — Ch. COURY : Un phénomène tuberculinique curieux : « Le visage révélateur spontané » de réactions cutanées antérieurement négatives. — M. BESSIS et R. UMDENSTOCK : Un nouveau cas d'ictère grave familial du nouveau-né guéri par des transfusions massives de sang *Rh* négatif.

Paris-Médical. 36e année, n° 15, 15 avril 1946. — P. CARNOT et H. GAEHLINGER : La pathologie digestive en 1946. — A. LAMBLING, GOSSET, J.-R. J. BERTRAND et P. VIAU : Le génie évolutif de la maladie ulcéreuse avant et pendant la guerre. — L. LÉGER et Paullette GAUTHIER-VILLARS : Cancer gastrique à type d'épithélioma malpighien spino-cellulaire. — H. GAEHLINGER : Les infiltrations du sympathique dans la colite spasmodique.

Paris-Médical. 36e année, n° 16, 20 avril 1946. — A. BOIVIN : Données biologiques nouvelles concernant le très vaste groupe des colibacilles, germes saprophytes et pathogènes. — Ed. HENRIQUEZ et Mlle M.-T. PARRA : De quelques aspects cliniques des hypovitaminoses C. A propos des dosages sanguins de la vitamine C.

Paris-Médical. 36e année, n° 17, 27 avril 1946. — E. CHABROL, A. BERGERET, J. CAROLI, F. PERGOLA et P. FALLOT : La rétention biliaire latente et la lithiase du pancréas. — F. D'ALLAINES et P. BARBIER : Le phlegmon chronique d'origine biliaire. — A. BERGERET, E. CHABROL, J. CAROLI, F. PERGOLA et P. FALLOT : La lithiase du choledoque exclu dans les pancréatistes chroniques. — A. BERGERET et R. CACHERA : Le syndrome de Banti. A propos d'un cas opéré à un stade ultime. — E. CHABROL, P. FALLOT, P. FABIANI et A. BERGERON : L'hyperglycémie du galactose. — A. VARAY : Ampullome vatérien microscopique.

Paris-Médical. 36e année, n° 18, 4 mai 1946. — Ch. RICHET : Leçon inaugurale. Chaire des problèmes alimentaires. — A.-F. LEMANISSIER : Symphyse pleurale provoquée artificiellement par injection de sang dans la plèvre.

Paris-Médical. 36e Année, N° 19, 11 mai 1946. — F.-P. MERKLEN et R. BOUCOMONT : La cardiologie en 1945. — C. LIAN et G. ROUSSEAU : Les injections intraveineuses de digitaline cristallisée et de théophyline dans l'insuffisance cardiaque.

N° 4 1946

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : L. OLIVIER (1890-1920).
DIRECTEURS : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937), R. ANTONY (1937-1941).

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Dr Gaston DOIN,
8, Place de l'Odéon, Paris (VIe)

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

La propulsion thermique des avions[1]

Ce m'est un grand plaisir de présenter aujourd'hui M. René Leduc. Nos relations, amicales en même temps que scientifiques, remontent en effet plus loin que le début de notre collaboration relative à la tuyère thermopropulsive : elles ont eu pour point de départ la remarquable thèse de doctorat dans laquelle il a créé, en 1929, les méthodes de calcul relatives aux structures-coques, qui sont depuis lors devenues classiques, en particulier dans la construction aéronautique.

Le présenter est d'ailleurs maintenant un peu superflu, car bien qu'il ait, depuis quatorze ans, travaillé en silence, l'intérêt que suscitent maintenant tous les problèmes relatifs aux procédés nouveaux de propulsion des avions a vivement attiré l'attention sur ses réalisations.

Il doit vous parler de la propulsion aérienne par réaction, et je m'excuse de le retarder de quelques minutes pour formuler une observation relative à cette terminologie. L'usage l'a consacrée, bien que ce soit en même temps devenu un lieu commun de faire remarquer que, sans parler de ceux qui parfois utilisent une fusée pure, tous les avions se propulsent par réaction, en créant un courant d'air vers l'arrière auquel est imprimée la quantité de mouvement qui compense celles imprimées vers l'avant par les frottements et par la translation des surfaces sustentatrices.

(1) Introduction à ma conférence sur « La Propulsion aérienne par réaction », faite par M. René Leduc, le 30 mai 1946, au Conservatoire des Arts et Métiers.

Dans l'aviation classique, ce courant d'air est créé par une hélice qu'actionne un moteur thermique.

Quand on lui oppose la propulsion dite « par réaction » on réunit actuellement sous cette désignation, en dehors de la fusée pure, deux solutions entre lesquelles il y a lieu de constater une opposition beaucoup plus marquée qu'entre la première d'entre elles et la solution classique du groupe motopropulseur.

Cette première solution, c'est la machine propulsive par réaction directe. Elle diffère du groupe motopropulseur classique en ce fait que le courant gazeux est créé à l'intérieur de la machine, au lieu d'être créé par une hélice extérieure au moteur. Il n'en reste pas moins que ces deux solutions peuvent être rationnellement groupées sous l'apellation de procédés et *propulsion mécanique*.

L'autre solution, c'est la *propulsion thermique*, qui s'oppose aux deux autres en ce qu'elle ne fait intervenir aucune machine.

Une machine, c'est un assemblage de surfaces mobiles par rapport à l'avion, animées en pratique de mouvements circulaires, dont les accélérations — et corrélativement les vitesses — sont limitées par des considérations relatives à la résistance des matériaux. À cette limitation de la vitesse de rotation de la machine, correspond une limitation du volume d'air absorbé, et corrélativement de la puissance utile produite. D'autre part, aux mouvements relatifs des éléments de la machine

est liée une absorption de puissance par les frottements, qui aboutit inévitablement à une puissance utile nulle lorsque la puissance brute diminue progressivement par suite de la raréfaction de l'air aux altitudes de plus en plus élevées où doivent être réalisées les vitesses de croisière de plus en plus grandes, pour que soit conservée la sustentation près du sol à des vitesses compatibles avec l'atterrissage.

La propulsion thermique, au contraire, ne fait appel à aucune surface mobile. Il n'y a plus que des surfaces fixes par rapport à l'avion, librement atteintes par le courant d'air relatif, et soumises exclusivement aux forces aérodynamiques. La solution consiste à aménager ces surfaces de telle manière que la traînée totale devienne nulle, autrement dit que la somme des composantes horizontales de toutes les forces aérodynamiques dont la direction fait un angle inférieur à $\frac{\pi}{2}$ avec la direction de la translation, soit égale à la somme des composantes horizontales de toutes les autres.

Cette compensation serait obtenue pour un mobile bien profilé et sans portance, s'il n'y avait ni frottements, ni décollements, provoquant des décoordinations, autrement dit si l'écoulement restait partout continu et isentropique. Le soi-disant paradoxe de d'Alembert n'a plus rien de paradoxal lorsqu'on l'interprète comme la compensation entre les forces aérodynamiques propulsives sur les surfaces arrière et les forces aérodynamiques résistantes sur les surfaces avant.

Malheureusement, les frottements et décollements sont des phénomènes inévitables et importants. Pour un avion, il s'y ajoute la nécessité d'obtenir de la portance ; elle exige de fournir à l'air de la quantité de mouvement verticale vers le bas, et corrélativement de l'énergie cinétique. On ne peut donc pas espérer annuler la traînée sans un intervention convenable, qui doit nécessairement comporter un apport d'énergie.

On peut songer à diminuer les forces aérodynamiques sur certaines des surfaces dont la normale extérieure est dirigée vers l'avant en y diminuant la densité de l'air par élévation de sa température. C'est ce que l'on fait dans la tuyère thermo-propulsive, où l'on introduit un chauffage entre le divergent, où les surfaces sont propulsives, et le convergent, où elles sont résistantes. Cette altération de la température exige l'apport d'énergie que nous avons reconnu *a priori* indispensable.

La propulsion thermique apparaît alors comme la solution qui s'impose pour la réalisation des vitesses indéfiniment croissantes. En face de l'augmentation très rapide de la puissance absorbée par les résistances aérodynamiques, toute machine rencontrera un plafond de vitesse, beaucoup aggravé du fait que sa puissance utile tend vers zéro avant la densité de l'air, c'est-à-dire aussi avant la puissance absorbée par les résistances. L'annulation thermique de la traînée totale peut, au contraire, se concevoir quelle que soit la vitesse de l'avion et quelle que soit la densité et l'air.

Bien entendu, à mesure qu'augmentera la vitesse V de l'avion, il faudra augmenter le débit de combustible. Cette augmentation serait une simple proportionnalité si l'écoulement restait géométriquement identique à lui-même, intéressant ainsi des masses d'air proportionnelle à V, et si la même altération des températures assurait l'annulation de la traînée totale quelle que soit V. En réalité, les choses sont plus compliquées que cela, en particulier à cause des déformations considérables de l'écoulement extérieur dans le domaine des vitesses voisines de la célérité du son. A ces déformations sont liées les résistances exceptionnelles de ce domaine de vitesses, qui doivent y rendre la propulsion plus difficile qu'aux vitesses franchement supersoniques. Pour pouvoir traverser ce domaine de vitesses, il faudra donc augmenter l'importance relative des surfaces propulsives, c'est-à-dire les dimensions de la tuyère, par rapport à ce qui suffit pour le vol de croisière. Si cela apparaît insuffisant, on peut aider la tuyère en faisant intervenir la pesanteur dans un vol descendant au cours duquel on franchira les vitesses difficiles.

On dispose, pour régler l'effort moteur qui doit équilibrer l'effort résistant (et qui doit le dépasser dans les périodes d'accélération ou d'ascension), de deux facteurs : la section du courant d'air propulseur, et l'augmentation de température qu'on y réalise. L'augmentation de température est limitée par des considérations de sécurité dans l'utilisation des matériaux, particulièrement stricte si un réglage de la section de sortie apparaît nécessaire. Pour augmenter la section utile de la tuyère, on peut l'étendre transversalement jusqu'à occuper toute l'envergure des ailes, en la réalisant entre les surfaces supérieure et inférieure de celles-ci.

Mais, pour faire des projets précis, il faudrait avoir étudiée les résistances aérodynamiques aux grandes vitesses subsoniques et supersoniques. Il ne peut pas être question d'extrapoler simplement les résultats balistiques, car tout le problème consiste ici à chercher des profils d'ailes sustentatrices adaptés à ces vitesses, et qui pourront peut-être conduire à des résultats beaucoup plus favorables.

La documentation à ce sujet est malheureusement presque nulle, et difficile à établir car elle exige des souffleries aérodynamiques à très grandes vitesses de dimensions industrielles. L'écueil, c'est la puissance énorme qu'elles exigent, et — au risque de paraître absorbé par une idée fixe —

j'énoncerai une fois de plus ici le vif regret qu'aucune tentative n'ait encore été entreprise pour le tourner au moyen de la soufflerie à rafales, préconisée par M. Caquot, et qu'une première étude fait apparaître comme très réalisable.

Faute de données de base sérieuse, les pronostics sont fonction de l'optimisme de leur auteur. Depuis les publications de principe que nous avons faites avec M. Leduc au début de 1936 dans trois notes aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences et une conférence reproduite dans la Science aérienne, deux mémoires ont apporté des études plus détaillées : l'un, dont le service des Recherches de l'Aéronautique achève actuellement la publication, reflète la très grande confiance que j'ai dans le succès de la propulsion thermique ; dans l'autre, dont le même service prépare la publication, les difficultés rencontrées par les balisticiens ont rendu M. Georges Brun un peu moins optimiste que moi. Ces deux études se complètent d'ailleurs, car la mienne s'est limitée à la tuyère subsonique simple et à son utilisation aux vitesses supersoniques avec une onde de choc à l'entrée, et celle de M. Brun est essentiellement consacrée à la tuyère supersonique complète à deux cols soniques.

On pourrait ajouter quelques commentaires philosophiques relatifs à l'influence que peuvent avoir les atteintes à la liberté individuelle sur les études relatives à la propulsion thermique, en observant que l'une a été faite en prison et l'autre derrière les barbelés d'un Oflag.

Je crois à l'avenir de la propulsion thermique et j'ai plaisir à prévoir le succès de cette invention essentiellement française. La tuyère propulsive a été prévue par René Lorin en 1913, trop tôt pour retenir l'attention, et elle a été inventée en 1932 par René Leduc, qui l'a depuis lors réalisée. Je ne m'attarderai pas à détailler son histoire, que l'on trouvera dans le numéro de mars 1946 de la Technique moderne-Aviation. J'y ajouterai seulement un détail que j'ai appris depuis lors : c'est que M. Georges Brun n'avait pas eu connaissance de nos publications orsqu'il l'a étudiée de son côté.

Jean VILLEY,

Les phénomènes de vie et les principes de la physique quantique

On a proposé depuis une trentaine d'années maintes explications de « la vie », basées sur des notions de Physique infinitésimale. Tantôt leurs auteurs, faisant fond sur l'existence d'éléments innombrables et de leur activité confuse supposée, ont fait appel au Calcul des probabilités ; tantôt, arguant de la structure fine des êtres organisés, de l'hétérogénéité de leurs ultimes composants, ils ont voulu tirer parti des « *fluctuations* », prépondérantes dans les collectivités pauvres en éléments.

D'autres savants enfin, ont cherché à appliquer aux êtres organisés quelques principes de la Physique quantique qui venaient de faire irruption dans la science, principes qui s'opposaient à ceux de la Physique classique, et spécialement au concept de causalité.

Il semble bien que, dans toutes ces tentatives théoriques, on se soit engagé sur de fausses routes. Une notion capitale, en effet, celle de *phénomènes orientés*, de systématisations coordonnées, ne se trouve pas introduite.

***

Je n'insisterai pas sur l'usage de la méthode du calcul statistique, applicable à des ensembles désordonnés d'éléments très nombreux. Elle conduit à des conclusions sur l'état moyen des ensembles d'objets et des phénomènes confus. Les processus de vie appartiennent, au contraire, à la catégorie des *phénomènes orientés*, ordonnés par des causes systématiques, c'est-à-dire dûs à des facteurs bien définis (en intensité et sens), engendrant des effets qui se traduisent par des lois régulières.

Je dirai, par contre, quelques mots de l'essai plus intéressant de M. Ch.-Eug. Guye, qui cherche à tirer parti des « fluctuations » des collectivités minimes pour obtenir une manière d'explication des phénomènes anormaux — du point de vue de la Physique ordinaire — que composent les processus biologiques. « C'est aux actions statistiques, écrit Guye (1), qu'est due l'évolution physico-chimique régie par le principe de Carnot. Mais c'est dans les *actions individuelles* que l'on doit chercher la cause et l'origine de l'organisation de la vie. » « Derrière ces manifestations statistiques... se cachent les lois de la vie et de la pensée (2). » Mais comment les propriétés individuelles et les incidents de l'activité cellulaire (ou subcellulaire) façonnent-ils les êtres organisés et leur fonctions ? L'explication reste indécise. Selon Guye, dans une cellule — voire dans une structure infra-cellulaire une énergide cytoplasmique renfermant quelques molécules protéiques, seulement — il ne se trouve qu'un très *petit nombre d'éléments* soumis à des changements d'état inor-

(1) E. GUYE : *L'Evolution Physico-chimique*, 1re édition, p. 112, (Paris, Chiron édit.), 1922 et 2e édition, p. 164.

(2) *Loc. cit.*, p. 112. Voir aussi la 2e édit plus complète, pp. 125, (Paris Hermann, éditeur), 1942.

donnés. Le résultat, l'effet de leur activité, est donc susceptible d'offrir des *écarts assez importants* sur la moyenne probable (seule à considérer dans le cas des grands nombres). Ce sont les « *fluctuations* ». Elles seraient susceptibles, par leur ampleur, d'être l'origine ou la source de ces processus singuliers qui caractérisent l'état de vie et l'opposent à celui qui définit l'état minéral, autrement dit à celui qui compose l'état visible de la matière inerte. Les fluctuations acquerraient une importance décisive dans les êtres animés, parce que, par leur structure fine, ces corps organisés présentent un extrême cloisonnement. Chaque compartiment ne renfermant qu'un petit nombre de granules indépendants, l'état réel, à un instant, est susceptible d'écarts considérables sur l'état moyen, autrement dit d'*actions individuelles* (1). Guye, à vrai dire, ne serre pas de très près le mécanisme générateur des phénomènes vitaux. Sans entrer dans les détails, on peut répondre que l'on ne peut rien tirer des fluctuations pour l'explication des processus spcéifiques à l'ensemble desquels on donne le nom de « vie ».

Ces fluctuations, d'amplitude assez grande, seraient relativement *rares* et leurs apparitions *irrégulières*. Elles seraient, en outre, dirigées dans tous les sens et incoordonnées entre elles, donnant finalement des variations, non simultanées ni systématisées, apparaissant tantôt ici, tantôt là à des intervalles de temps longs et inégaux. Or, les phénomènes physiologiques, — surtout les plus élémentaires — sont, au contraire, des phénomènes coordonnés. Ils appartiennent à la classe des phénomènes orientés : ils suivent des lois définies, improbables statistiquement, souvent, des lois *rythmiques* et se poursuivant régulièrement. Les êtres biotiques, affectent tous une organisation structurale : une texture fine élémentaire, cytologique et supra-micellaire, à laquelle se surajoute, chez les plus compliqués, une architecture macroscopique d'organes et d'appareils.

Ils sont, en même temps, des systèmes énergétiques équilibrés, à fonctionnement cyclique (ou pseudo-cyclique). C'est, dans ce double fait caractéristique qu'il faut chercher les bases et les causes génétiques des phénomènes biologiques.

En un mot, les manifestations de vie sont liées à la réalisation et au maintien de certaines structures (macroscopiques et microscopiques), et l'on découvre partout, chez les animaux et les plantes, des phénomènes élémentaires ordonnés. Voilà le fait essentiel.

L'être vivant est un transformateur d'énergie. Tous les éléments sont le siège de phénomènes chimiques et énergétiques. Dans *certaines* cellules du pancréas, il y a élaboration spécifique du trypsinogène, dans d'*autres*, d'insuline. Les cellules nerveuses produisent des *trains* de pulsations électriques se succédant à intervalles réguliers ; elles ont une chronaxie propre. Les parties les plus minimes des corps biotiques sont sans cesse en travail, compensant sans arrêt une activité de destruction pour une activité de reconstruction. Les coordinations s'établissent d'ailleurs à plusieurs degrés : il y a des systématisations de systématisations, des coordinations morphologiques et physiologiques du second, du troisième degré... L'ensemble constitue un COMPLEXE UNITAIRE DE PHÉNOMÈNES ORIENTÉS.

E. Guye reconnaît d'ailleurs lui-même, dans la suite, l'insuffisance de sa théorie des fluctuations, puisqu'il a recours ailleurs à un principe de finalité transcendante (1). Ceci atteste son peu de confiance dans les « propriétés individuelles » de l'élément, invoquées d'abord par lui pour expliquer « la vie et la pensée ». « La construction d'un œil dans un organisme, dit-il, comportant la continuation d'une évolution toujours dans le même sens, ne peut être expliquée par les lois du hasard, *même en tenant compte des fluctuations* (2). »

* * *

J'arrive maintenant à l'objet principal de cet article, à savoir l'examen de cette question : est-il licite d'appliquer le PRINCIPE DE COMPLÉMENTARITÉ de NILS BOHR à l'EXPLICATION DES PHÉNOMÈNES DE LA VIE ?

Je rappelle brièvement en quoi consiste ce principe. Le grand physicien danois, se basant principalement sur la Mécanique ondulatoire et les relations d'Heisenberg, a reconnu et postulé que deux notions qui sont séparément admissibles indépendamment l'une de l'autre et autonomes, en Mécanique et en Physique *classiques*, — j'entends à l'échelle de notre expérience courante — se heurtent (tantôt l'une, tantôt l'autre), à un démenti des faits, en MICROPHYSIQUE (ou, plus exactement, en Physique infinitésimale). Dans ce domaine de la science, elles apparaissent comme exclusives l'une de l'autre, inconciliables, et cependant liées inséparablement. *Selon les circonstances*, seule, l'une de ces notions ou image est apte à représenter les faits étudiés. Ce sont donc, *au niveau quantique*, des images et notions imparfaites incapables de donner une connaissance complète de la réalité physique (3). Chacune ne

(1) Voir par ex. *Loc. cit.*, 2e édition, p. 113-115.

(1) *Ibid.*, p. 107, 1re édit. ; p. 136, 2e édition ; *ibid.*, p. 130.

(2) *Ibid.*, 1re édit. C'est moi qui souligne les derniers mots de la phrase. Lire aussi les pp. 128-130 de la 2e édit.

Voir une discussion de cette introduction inattendue et vaine des causes finales comme *explication* des faits en Biologie dans : *Philo de la Nature*, Vol. III, pp. 206-07.

(3) Aux notions d'espace et de temps (ainsi qu'à celles d'objet), « il faudrait substituer, pour notions *valables en Microphysique*, d'autres conceptions. » (Louis de BROGLIE : *La Physique nouvelle et les Quanta*, p. 244). (Flammarion, édit.)

montre qu'un aspect des phénomènes corpusculaires ; chacune n'est en mesure de la figurer bien, que *dans certains cas*. Pour en avoir une connaissance complète, on se trouve contraint d'avoir recours tantôt à l'une de ces images, tantôt à l'autre. Elles sont « *complémentaires* » mutuellement, également indispensables et se limitant l'une l'autre.

La relation quantitative entre les limites de leur imprécision est exprimée par les relations de Heisenberg.

Comme exemples où l'on voit en jeu le principe de complémentarité, on peut citer : en optique, la conception ondulatoire et la conception particulaire de la lumière, ou, plus généralement, de la théorie des phénomènes d'énergie rayonnante ; en Mécanique quantique : la représentation des phénomènes à l'aide des concepts, contradictoires à cette échelle, d'espace et de temps (1), d'une part, et la causalité, d'autre part (avec des concepts symboliques *autres* que l'espace et le temps). Ces deux modes de description s'excluent réciproquement.

Nils Bohr, après avoir formulé ce principe dégagé par lui de la Physique sub-atomique, a cru pouvoir l'appliquer à une explication des phénomènes de vie présentés par les êtres organisés. Pour lui, ces êtres, avec les propriétés ou phénomènes qui les manifestent, se présentent à nous sous deux aspects : *physico-chimique* et *vital*. Il suppose ces deux notions exclusives l'une de l'autre, incompatibles, et les tient donc pour « complémentaires ». Il croit légitime et propose de leur appliquer le principe de complémentarité.

*
* *

La thèse de Bohr, fort originale et hardie, mérite un examen détaillé.

Le principe de complémentarité est une *théorie* interprétative de faits de physique *quantique*. Cette théorie peut être valable, c'est-à-dire utile, en physique infinitésimale. C'est aux physiciens d'en juger. Je me garde de me prononcer.

Est-elle applicable encore aux êtres organisés qu'étudient les Sciences naturelles ? Transportée en Biologie, cette théorie est non seulement hypothétique, mais dépourvue de validité, comme je me propose de le faire voir.

D'abord, elle n'explique pas « la vie ». « La vie », pure entité verbale, n'a pas à être « expliquée » (je reviendrai plus loin sur ce point). C'est un mot générique qui désigne globalement *un ensemble de phénomènes divers*, concomitants ou successifs, dont certains sont associés. La vie ne se définit qu'*a posteriori*. Ce n'est pas un élément premier

(1) Impliquant les *relations d'incertitude*.

créateur de phénomènes, ni un facteur d'action mais une abstraction, tirée par le jeu d'opérations intellectuelles, de l'observation des phénomènes mixtes de certains corps complexes, et que des philosophes — suivant en cela une erreur populaire — constituent en un personnage réel, en une Puissance efficiente, voulant et agissant librement.

Voici, en second lieu, une objection plus grave. « Le biologique » se situe, *non* au niveau infra-atomique du corpuscule, mais à un niveau beaucoup plus élevé dans l'échelle des grandeurs que l'électron, le positon, ou même l'atome. Les *phénomènes de vie* prennent naissance au niveau des COMPLEXES *de micelles* colloïdales glyco-nucléo-protéiniques et lipo-nucléo-protéiniques (1) — à *un étage plus élevé* que les Biomicelles chimiques, telles que les *Virus* chimiques cristallisables de la maladie du Tabac et de la Tomate découverts par Stanley. Ces *Virus n'ont* PAS *encore* toutes les propriétés qui caractérisent l'être vivant (2). Ils constituent un Empire intermédiaire entre celui des organismes vivants et celui des êtres minéraux. Les systèmes vivants commencent avec les Bactéries, peut-être déjà avec les Ultra-microbes (Microbes filtrants). « *Le biologique* » *se localise dans le supra-moléculaire* déjà plus ou moins différencié et organisé des complexes de complexes protéiniques, mais non nécessairement cellulaire à son plus bas degré (3).

On a dit : quand on veut pousser l'analyse d'un organisme vivant jusqu'aux phénomènes atomiques, on le *tue*. De là la conséquence que l'on ne peut décrire complètement les processus vitaux en fonction des notions et des lois de la physico-chimie, autrement dit des phénomènes de la nature

(1) MALFITANO et CATOIRE : *Les composés micellaires*... (Paris, Hermann, Actualités). D'autres auteurs disent au niveau des complexes *moléculaires* : lipo-nucléo-protéiques. Il n'importe.

(2) Les cristaux et paracristaux qui constituent ces virus chimiques (ou Biomicelles) sont des trans-molécules allongées, filiformes, composées elles-mêmes par un empilement réticulaire de molécules de dimensions linéaires 2,0 mμ. Les Protobes (Ultra-microbes filtrants, Bactériophages, certaines spores bactériennes) sont beaucoup plus gros et moins réguliers de structure.

(3) Voici l'ordre de grandeur (en dimensions linéaires) des principales catégories d'êtres :

Quantum d'action : $6,55 \times 10^{-27}$ CGS.

Rayon du noyau d'Hydrogène : 10^{-16}.

Diamètre des noyaux atomiques (sauf l'H.) et de l'électron 10^{-13}.

Diamètre des atomes : 1/20 à 1/10 de mμ ; Diamètre de la molécule de { d'hydrogène 0 m.μ2 ; d'huile d'olive : 1 mμ.

Diamètre des Protobes (Bactériophages, Ultra-microbien) : 30 mμ (300 fois les atomes).

Virus chimiques ou Biomicelles, même dimension que les Protobes, mais de structure plus simple et plus régulière (environ 30 mμ).

Asterococcus de la Peripneumonie des Bovidés, le plus petit microbe visible au microscope : 100 à 200 mμ.

Microbes cellulaires (Proteus, Amibes, coccidies.) : quelques μ.

« Les Bactéries... sont, en réalité, les intermédiaires entre les Protobes et les Microbes cellulaires. Les Bactéries doivent être des agrégats de Protobes, chaque micelle étant, chez les moins évolués, susceptible de se reproduire et de reformer le plasmode bactérien. » (D'HÉRELLE : *Le Bactériophage*, 2e édit., Paris, Masson.)

inanimée. Il y a donc lieu de faire usage du principe de complémentarité, d'admettre un certain « indéterminisme » des processus de « vie ». Certains, allant plus loin, concluent de là au « libre arbitre[1] ».

Ainsi conçus, les faits sont mal interprétés. *Bien avant d'être descendu jusqu'à l'atome et aux particules (protons, électrons...) on n'est déjà plus dans le domaine du biologique.* Il n'y a pas de phénomènes *de vie* à l'échelle atomique et corpusculaire : ILS N'EXISTENT PAS ENCORE A CE NIVEAU, (voir plus loin), parce que les conditions de ce genre de phénomènes ne sont pas rassemblées. Le concours d'une pluralité de circonstances déterminées rend seul possible la sorte d'activité appelée « la vie ». Une maison n'existe pas (avec ses propriétés) dans les pierres qui serviront à la bâtir, ni un concert symphonique dans les exécutants *isolés* qui répètent, individuellement chez eux, leur partie.

En chimie, on pourrait dire également : pour étudier le Glucose jusqu'à ses éléments constituants, on est obligé de le détruire. On ne trouve plus alors, en effet, à l'analyse, que des atomes de carbone, d'oxygène et d'hydrogène qui n'ont pas les propriétés du sucre.

BOHR appelle lui-même l'attention sur une autre cause encore que celle que je viens de relever ci-dessus, qui s'oppose à ce que l'on puisse définir l'*état d'un être vivant* à l'échelle atomique. « Chez un organisme, écrit-il, il n'est même pas possible, à cause du métabolisme, de discerner quels sont les atomes qui appartiennent à l'être vivant. » Ces atomes, en effet, peuvent changer, l'individu demeure néanmoins, avec ses propriétés caractéristiques. C'est là, également une conséquence du Principe d'émergence. Car l'arrangement dynamique et structural du complexe différencié composant le protoplasma vivant, ses chromidies, ses inclusions, reste le même. C'est de cet arrangement, non moins que de la nature des éléments, que procèdent les propriétés du système.

On ne saurait transposer légitimement aux êtres animés — par simple extrapolation — sans preuve directe de leur validité à cet étage, les notions et les principes qui se sont montrés féconds dans le développement de la Physique quantique. Rien n'indique que ce soient les mêmes notions qui convienneent en Biologie et seront fructueuses. D'autres, sans doute, en commanderont les progrès. Elles transformeront les idées fondamentales que l'on se fait de ce genre d'activité. La nature est plus riche, plus variée en phénomènes disparates que nous n'admettons lorsque, sans y prendre garde, nous étendons au delà de leurs frontières légitimes, des propriétés ou des processus que nous croyons universels. Elle déborde largement ceux que condensent les principes et les concepts de la Physique du Monde minéral. Je ne puis exposer ici toute ma pensée à ce sujet (1).

La notion de complémentarité appliquée aux qualités et phénomènes de la vie, n'est qu'une hypothèse hasardeuse. A mon avis, elle est inacceptable par les Biologistes. En outre, elle n'est pas « explicative ». Elle n'est que la formulation d'une impossibilité constatée quand on cherche à décrire certains phénomènes de microphysique à l'aide de notions et de principes applicables seulement dans la Mécanique et la Physique du fini. Elle est relative à des êtres infra-atomiques ou atomiques et, par conséquent, *non-vivants* (2).

Vouloir retrouver jusque dans les derniers éléments de la matière les phénomènes caractéristiques de la vie et leurs lois, étendre cette notion à tout l'Univers, fut une idée qui hanta l'esprit spéculatif des philosophes hylozoïstes à toutes les époques. Les découvertes des Bactériologistes et des Biochimistes contemporains, ont à jamais ruiné cette doctrine. L'observation des faits s'inscrit en faux contre elle.

C'est à la lumière d'un autre principe que les phénomènes biologiques doivent être envisagés. J'espère le montrer ici.

Le Principe d'émergence

Ce n'est pas la notion de complémentarité qui intervient en Biologie : il n'a rien à voir, je le répète, avec les propriétés et les lois des phénomènes que présentent les êtres vivants (3). Il faut faire appel, pour éclairer le sujet, à un autre principe beaucoup plus ample, qui n'est pas propre à la Biologie, mais que l'on rencontre partout : en Chimie minérale et organique, en Colloïdologie, en

(1) On la trouvera plus développée dans un ouvrage encore inédit, et aussi dans l'Opuscule : *Monde vivant, Monde minéral et Principe d'émergence.* (Paris, Hermann édit., Actualités, n° 962.)

(2) N. Bohr revient avec insistance sur ce point essentiel, que les principes de la Physique quantique ne sont valables qu'au niveau de grandeur des phénomènes atomiques et infra-atomiques (particulaires).

C'est seulement quand l'existence du quantum d'action devient directement sensible dans les expériences des physiciens et s'impose à eux comme image de représentation des faits observés qu'il doit rejeter les principes de la Mécanique et de la Physique Classique.

« La découverte du quantum d'action nous a enseigné qu'il n'est pas possible d'établir en détail la suite causale des *processus atomiques.* »

« Le trait qu'il fallait ajouter à la description des phénomènes pour qu'elle puisse rendre compte du comportement *des atomes*, a été suggéré par la découverte du *quantum d'action.* »

« En me basant sur l'indivisibilité du *quantum d'action*, j'ai proposé de considérer tout changement d'état d'un *atome*, comme un processus individuel non susceptible d'une *description détaillée* par lequel l'*atome* passe d'un état stationnaire à un autre. »

(Nils BOHR : *La théorie atomique et la description des phénomènes.* Trad. Legros et Rosenfeld, pp. 95 et 101-102.)

(3) Pas plus que les lois constitutionnelles et administratives d'un état avec celle du mouvement des corps célestes.

Monde vivant, Monde minéral et Principe d'émergence. (Paris, Hermann, Actualités).

Cristallographie, comme en Biologie, en Sociologie et même en Electromagnétisme : le PRINCIPE D'ÉMERGENCE (1).

Les faits qui ont suggéré son énoncé sont connus depuis longtemps. Cependant, on n'en a pas tiré un principe de portée philosophique et scientifique, bien qu'il soit de première importance pour comprendre la formation de propriétés nouvelles et l'évolution de tout ce qui est composé ou organisé. Voici ce principe très simple : L'arrangement, la structure, la composition, l'ordonnance — dans l'espace aussi bien que dans le temps — font surgir des propriétés nouvelles qui ne se trouvent pas dans les éléments jetés au hasard en amas incoordonné, ou isolés.

D'une façon plus explicite et détaillée, on peut dire, pour l'exprimer : les choses de la nature se combinent et s'ordonnent en produisant des résultats imprévus dont il nous faut découvrir les qualités par l'observation et par l'expérience. Ensuite, nous façonnons une Logique appropriée à chaque classe de grands phénomènes (sociaux, biologiques, mécaniques, chimiques, linguistiques...) c'est-à-dire que nous formulons des règles — faites sur mesure — capables de nous donner, par des opérations mentales stéréotypées (quoique souvent difficiles à appliquer), l'indication symbolique du résultat naturel.

L'assimilation, la reproduction, la sensibilité, introduisent, avec les êtres vivants, quelque chose que l'on ne trouve pas dans le monde minéral, bien qu'ils soient constitués des mêmes *éléments ultimes*. A ce Monde minéral — au moins aux dimensions macroscopiques — sont ajustées notre Mécanique, notre Physique, notre Chimie et notre Logique *actuelles*.

Le Principe d'émergence est valable dans tous les domaines ; il est applicable à toutes les branches de la connaissance. On le retrouve dans toutes les sciences : en Chimie, où il semble avoir été aperçu d'abord : l'acide sulfurique SO^4H^2 a des propriétés absolument différentes de celles de l'Oxygène, de l'Hydrogène et du Soufre, pris isolément ou mélangés ; le sucre (Saccharose) $C^{12} H^{22} O^{11}$ ou les graisses neutres ont des propriétés que l'on ne peut prévoir ni déduire logiquement de celles du carbone, de l'Hydrogène et de l'Oxygène.

De même — et Durkheim a insisté là-dessus — les Sociétés, constituées d'individus humains, présentent des attributs et des phénomènes propres, bien différents des processus biologiques caractérisant les individus. Ils sont nés de certaines liaisons et synergies qui se sont établies entre ces derniers et jouent le rôle de causes formatrices. Ces liaisons se manifestent sous la forme d'institutions juridiques, politiques, administratives, militaires, religieuses... qui coordonnent et organisent l'ensemble collectif.

De même enfin, l'être vivant, formé de molécules chimiques variées, manifeste des propriétés *sui generis* d'un ordre tout spécial, à cause de relations supermoléculaires, qui font, de l'ensemble, un système organisé unitaire.

Les propriétés d'émergence sont dues à des *coordinations nouvelles* qui s'établissent à un niveau supérieur de la grandeur ; simultanément, se composent des structures. L'organisation, qui crée ces propriétés, peut en échaufauder de plusieurs ordres, je veux dire à plusieurs étages.

Loin de moi la pensée qu'il y ait une hétérogénéité de nature, une *différence essentielle* entre les corps abiotiques et les corps organisés vivants, ni que ces derniers obéissent à quelque Principe directeur transcendant, ou soient gouvernés par une « Entéléchie » orientant et réglant leur activité vers une *fin*. J'ai toujours combattu cette thèse et dénoncé la vanité de ces entités verbales.

Le biologique implique le minéral et il peut présenter, *à l'état isolé — pourvu que certaines liaisons et distributions soient rompues* — tous les phénomènes de l'inorganique. Mais la réciproque n'est pas vraie.

En somme, le Principe d'émergence peut être condensé dans cette formule elliptique : « la combinaison est créatrice ».

Mais j'insiste aussi là dessus : le Principe d'émergence *ne comporte aucune finalité*. Ce qui se produit par émergence, ce qui surgit de « nouveau » n'est pas dirigé vers un *but*. C'est, *a priori*, n'importe quoi ; ce sont, *a posteriori*, les propriétés synthétiques qui résultent nécessairement, aveuglément, de la combinaison, de l'arrangement. Aucune intention, cachée ou visible, ne peut être reconnue.

Il n'y a pas non plus « *indéterminisme* » ou « *incertitude* », à l'échelle des phénomènes biologiques, mais une Logique déterministe nouvelle, *spécifique* de cet ordre de phénomènes (1).

***

Le Principe d'émergence apporte-t-il une « explication » de la vie ? Non, pas plus que le Principe de complémentarité. Au sens strict, expliquer un fait, une qualité, c'est les ramener à quelque notion ou propriété considérée par nous — à tort ou à raison, — comme plus simple ou mieux connue. Dans cette acception, le Principe d'émergence n'est pas explicatif. Il est seulement, exprimée en

(1) Les développements que comporte son utilisation sont contenus dans un ouvrage inédit faisant suite à la *Philosophie de la Nature*.

(1) Georges MATISSE : *Monde vivant, Monde minéral et Principe d'émergence.* (Paris, Hermann édit. Collection « Actualités », n° 962.)

formule brève, la constatation d'un fait universel. Mais on peut aussi donner, au mot « expliquer », une signification supplémentaire qui amplifie la portée de la première, et ajouter : expliquer un fait, ce peut être encore le rattacher, comme un cas particulier, à un événement *plus général*.

Avec cette acception, le Principe d'émergence, énoncé d'un processus universel, est explicatif des phénomènes de vie. Il fait connaître, d'une façon générale, dans quelles circonstances naissent des propriétés nouvelles, caractérisant des catégories de faits spécifiques, et, parmi eux, les manifestations de « vie ». Ainsi se trouve rattaché cet événement à un mécanisme général de la nature. Au contraire, le Principe de complémentarité, restreint en portée aux phénomènes de la Physique quantique se déroulant à l'échelle infra-atomique et distinguables seulement à cette échelle, n'embrasse pas les propriétés et les activités biologiques. Cette catégorie de phénomènes n'apparaît qu'à un ordre de grandeur plus élevé.

GEORGES MATISSE.

MATHÉMATIQUES ET BIOLOGIE [1]

L'organisation actuelle des études secondaires et supérieures en France est telle qu'un futur médecin ou un futur naturaliste fait son dernier problème le jour de son baccalauréat et que c'est à cette même date que le futur ingénieur, le futur physicien, le futur chimiste, prennent définitivement congé des sciences biologiques.

Je ne suis pas sûr que cette situation soit absolument sans inconvénient pour ceux qui cultivent les sciences exactes ou les sciences appliquées. Je suis certain, en revanche, qu'elle interdit à de jeunes biologistes l'accès de disciplines modernes et vivantes, qu'ils sont condamnés à ignorer leur vie durant, et qu'elle est responsable pour une large part, de la décadence des recherches médicales dont s'alarment actuellement les meilleurs de nos collègues des facultés de médecine.

Le titre donné à cette conférence couvre un si large sujet qu'il ne me sera pas possible de faire mieux que d'en donner une esquisse et de faire entrevoir à ceux qui voudront bien me suivre, l'existence de domaines de la biologie dont l'entrée n'est permise qu'à ceux que ne rebute pas la rigueur des mathématiques. Puisse-t-elle éveiller, chez quelques jeunes biologistes, la nostalgie de ces terres interdites et apprendre à quelques jeunes mathématiciens qu'ils peuvent trouver dans la Biologie mathématique un champ de recherches comparable à celui qu'ont trouvé leurs devanciers dans la Physique mathématique.

La mesure en biologie

Il n'est guère de chapitre de la Biologie où n'interviennent aujourd'hui *mesures* ou *dénombrements*. S'il entrait dans un laboratoire moderne, un biologiste du siècle dernier serait, sans doute, surpris d'y trouver un outillage qui, de son temps, était réservé au physicien où au chimiste. Nous avons en effet emprunté à nos collègues leurs procédés de mesure pour les appliquer à l'étude des êtres vivants : le physiologiste définit l'état du système nerveux par la vitesse de réaction à l'excitation électrique, le médecin vérifie l'état de la thyroïde en mesurant la consommation d'oxygène, le zoologiste définit races, variétés, parfois même espèces, par les dimensions de tel ou tel de leurs organes ; le psychologue cherche à définir les aptitudes intellectuelles par des tests quantatifs variés.

La vie courante même nous montre cette utilité de la mesure. Chacun de nous s'est alarmé ou rassuré suivant l'indication lue sur un thermomètre médical. Nous avons tous eu, dans notre premier âge, une feuille de pesée où une ligne sinueuse a fait, tantôt la fierté, tantôt le désespoir de notre mère. En quoi l'allure de cette ligne peut-elle expliquer, sinon justifier, cette joie ou cette alarme ? Pourquoi l'écart plus ou moins marqué, dans un sens ou dans l'autre, de la ligne joignant les points figuratifs des pesées journalières et d'une courbe ascendante merveilleusement régulière, que d'avisés commerçants impriment sur les feuilles de pesées, intéresse-t-il parents et médecins ? Que signifie au juste cette courbe que l'on prétend définir la croissance normale d'un enfant ; que signifient de même ces tailles et ces poids correspondant aux divers âges qu'indiquent les bascules des gares ?

Questions auxquelles bien peu de gens, à commencer par les médecins, seraient capables de répondre ; questions d'ailleurs qu'ils ne se sont jamais posées, tant l'esprit scientifique fait défaut à l'immense majorité de nos concitoyens.

Quoi qu'il en soit de ce dernier point, sur lequel il y aurait, hélas ! beaucoup à dire, nous sommes précisément ici pour nous poser des questions de ce genre. Le fait qui importe est que, dans un nombre toujours plus grand de recherches, le biologiste est appelé, par le jeu même de son travail,

(1) Conférence faite par M. Georges Teissier dans la série « Enseignement et Culture », organisée par l'Union Française Universitaire.

à recueillir des séries de chiffres qui lui permettent, soit de suivre pas à pas un phénomène, soit de caractériser une population. Il se trouve fréquemment, qu'une fois ses mesures faites et bien faites, le biologiste se trouve embarrassé pour les interpréter correctement et qu'il doive recourir à l'aide d'un spécialiste.

Essayons de comprendre comment il se peut faire qu'il ait été nécessaire d'élaborer tout un corps de techniques mathématiques, la *Biométrie*, pour interpréter les plus simples des mesures biologiques.

L'analyse de la variabilité et la loi normale

Le Biologiste se heurte à chaque instant dans ses recherches à une difficulté qu'ignorent presque complètement ceux qui ne s'attachent pas à l'étude des êtres vivants. Lorsqu'un chimiste, isolant un corps nouveau, en détermine la densité, la température d'ébullition ou l'indice de réfraction, il ne doute pas que les chiffres obtenus soient des *constantes* caractéristiques du corps étudié. Si celui-ci a été obtenu à un état de pureté convenable, si le chimiste est suffisamment habile et s'il dispose d'instruments suffisamment précis, les résultats de ces mesures pourront être retrouvés, en tout temps et en tout lieu, par tout autre chimiste qui voudra s'en donner la peine. La température de fusion de la glace et la température d'ébullition de l'eau sous pression donnée sont partout les mêmes et peuvent être déterminées à partir d'un échantillon d'eau pure tout à fait quelconque. Il en est de même dans tous les chapitres de la physique ou de la chimie. Les conditions d'une expérience peuvent être reproduites assez exactement pour qu'on puisse être assuré d'observer chaque fois qu'on le voudra le même phénomène. La précision des résultats n'est limitée que par le degré de perfection des appareils dont on fait usage et il est toujours possible d'étudier deux objets pratiquement identiques.

Rien de tel lorsque l'objet d'étude est un être vivant. Il n'est rien de plus difficile que de reproduire exactement un phénomène biologique que l'on a observé une fois ; il est impossible de trouver deux organismes qui soient vraiment identiques.

A cette *variabilité*, aucune espèce animale ou végétale n'échappe. Dans une collection d'animaux ou de végétaux de même espèce, de même race, de même sexe, de même âge, choisis aussi semblables que possible, il nen est pas deux qui puissent être considérés comme réellement identiques, dès que l'on cesse de se contenter d'une approximation grossière. Les moutons d'un troupeau, indiscernables l'un de l'autre à l'œil d'un citadin, ont chacun une physionomie propre pour le berger qui vit avec eux. Quelle que soit l'espèce étudiée, quel que soit l'organe ou la fonction sur lesquels on fait porter les mesures, il existe des différences individuelles non négligeables. Une étude comparative de deux individus montrera toujours des différences entre les dimensions de chacune des parties de leur corps, des différences dans la composition chimique ou dans les caractéristiques physiques de chacun de leurs tissus.

Ainsi, au seil même de la Biométrie, la variabilité des êtres vivants apparaît comme un grave obstacle, qu'aucun artifice expérimental ne pourra jamais tourner, qu'aucun progrès technique ultétieur ne permettra de franchir puisqu'il appartient à la nature même de l'objet d'étude. En faut-il conclure qu'il est vain d'espérer faire de la Biologie une science quantitative et qu'elle est condamnée éternellement à l'imprécision et au vague ? Beaucoup de biologistes l'ont cru, beaucoup le croient encore. Mais d'autres n'acceptèrent pas de s'arrêter à cette solution paresseuse. Ils pensèrent, puisqu'il n'était pas possible d'ignorer la variabilité, ni légitime d'en faire abstraction, qu'il fallait étudier le phénomène en lui-même. En abordant de front la difficulté, ils trouvèrent dans l'obstacle prétendu insurmontable, l'occasion des plus précieuses découvertes.

De cette étude de la variabilité, Darwin avait d'ailleurs montré la nécessité. Lorsque son « Origine des Espèces » eut fait du problème de l'Evolution la question centrale de la Biologie, il devint indispensable d'analyser de plus près que n'avait pu le faire Darwin lui-même, les phénomènes qu'invoquaient ses théories. Au premier rang de ceux-ci est la variabilité qui différencie les individus d'une même espèce et leur donne des chances inégales de survivre à la Sélection naturelle. Aussi, dans l'étude de la variabilité, partisans et adversaires de l'Evolution s'affrontèrent-ils bientôt. Mais tous rivalisèrent dans la découverte de nouveaux faits.

Dans cet ensemble de travaux deux courants, se dessinent bientôt. Certains chercheurs, s'intéressant surtout à l'Homme, ne pouvaient pas disposer des ressources qu'offre la méthode expérimentale aux autres biologistes. Ils étudièrent la variabilité en elle-même, sans prétendre en analyser la signification biologique. Ils durent, pour interpréter les innombrables mesures qu'ils avaient faites, élaborer des techniques mathémathiques nouvelles et créèrent ainsi les méthodes de la Statistique moderne, dont la Biométrie constitue la première codification.

D'autres chercheurs firent porter leurs études sur des animaux ou des végétaux élevés au laboratoire ou dans les champs d'expérience. Moins

portés aux études mathématiques et plus « naturalistes » que leurs émules, ils s'attachèrent surtout à élucider le déterminisme de la variation. Après une longue période de travail confus et passablement désordonné, ils créèrent un des chapitres les plus éclatants de la Biologie moderne, la Génétique.

Nous verrons plus tard que la Génétique, science expérimentale, ne peut pas plus se passer de l'aide des mathématiques que la Biométrie, science d'observation, mais dès maintenant nous devons utiliser un de ses résultats.

L'étude expérimentale de l'hérédité a montré que les caractères individuels distinguant les divers représentants d'une même espèce, n'ont pas tous la même signification. Il en est qui sont inhérents à la nature même de chacun des êtres comparés, tandis que d'autres, beaucoup plus contingents, sont imputables aux circonstances dans lesquelles chaque individu s'est trouvé placé au cours de son existence. Les premiers, qui sont héréditaires, peuvent porter sur les traits d'organisation les plus dissemblables, affecter la couleur aussi bien que la forme et porter sur d'infimes détails aussi bien que sur les dimensions globales de l'organisme. Les seconds, strictement individuels et non transmissibles des parents aux enfants, portent le plus souvent sur les dimensions du corps tout entier ou sur telle ou telle de ses parties.

Un exemple bien connu de tous permettra d'illustrer cette notion capitale. Une collection de chiens rassemblés au hasard, telle que celle que l'on peut observer dans une fourrière, présente dans la taille, la forme ou la couleur, beaucoup plus de diversité que n'en montreraient tous les fox-terriers du monde si l'on pouvait les réunir. Il s'agit là évidemment d'un cas extrême, mais l'on retrouverait partout, à un moindre degré, le phénomène qu'il met en évidence ; la variabilité est moins forte dans une race que dans un mélange de races ; elle est d'autant plus réduite que la pureté de la race est plus grande ou, pour employer le langage des généticiens, que le patrimoine héréditaire est plus homogène. A la limite, lorsque le patrimoine héréditaire est exactement le même pour deux individus, la ressemblance peut parfois presque atteindre l'identité. Cela ne se produit que dans un cas et un seul, celui des jumeaux vrais, qui, à la vérité, sont beaucoup moins deux êtres distincts qu'un seul être en deux personnes.

Hors ce cas très exceptionnel, il subsiste entre les divers représentants d'une même race des différences très appréciables. Elles s'expliquent pour une part, par de légères différences dans les patrimoines héréditaires des différents individus, mais surtout par la diversité des circonstances qu'ont traversées, au cours de leur existence, les individus que l'on compare. Ceux qui se sont trouvés dans les circonstances les plus favorables, ceux qui ont bénéficié de la nourriture la plus abondante et la meilleure, deviendront plus grands, plus forts et plus beaux que les autres. Quelque soin que prenne un expérimentateur pour rendre comparables les conditions d'existence des animaux qu'il élève, il ne réussira pas à faire disparaître ces différences individuelles, et on en retrouvera d'au moins aussi grandes dans les représentants de toutes les espèces sauvages. Ainsi, dans le cas le plus simple où puisse être tentée une étude biométrique, il subsiste toujours entre les divers individus utilisés dans une même série de mesures des différences morphologiques ou physiologiques très notables. Mais il se trouve, et c'est là le premier et l'un des plus importants résultats de la Biométrie, que cette variabilité des races pures obéit à des règles précises et simples, règles qui permettent de comprendre et d'interpréter les faits que l'on observe lorsqu'on fait porter les mesures sur des populations renfermant un mélange de plusieurs races.

La découverte fondamentale en la matière date de près d'un siècle et est due au savant belge Quetelet, qui s'occupa avec un égal succès d'astronomie, de météorologie et de statistique. Etudiant sur une population très étendue les variations de la taille de l'homme adulte, il précisa par des mesures une constatation banale : les variations individuelles autour de la taille moyenne, qui est en même temps la plus fréquente, sont d'autant moins nombreuses, qu'elles sont plus amples. Les individus très grands ou très petits sont d'autant plus exceptionnels qu'ils sont plus grands ou plus petits. Familiarisé avec le calcul des probabilités et entraîné par ses recherches antérieures à l'élimination des erreurs expérimentales, il n'eut pas de peine à constater que la distribution des tailles suivait une loi exactement de même forme que celle qui régit la distribution des erreurs commises dans la mesure d'une grandeur. Il vérifia qu'il ne s'agissait pas là d'une simple analogie, mais que les mêmes formules s'appliquaient aussi correctement à l'un qu'à l'autre phénomène. Ainsi se trouvait introduite en Biométrie la loi qui devait jouer dans cette science un rôle si fondamental, qu'elle fut bientôt considérée comme « loi normale » de la variabilité.

Tout se passe, en somme, comme si tout les individus obéissaient en principe à la même loi de croissance qui, si elle agissait seule, aurait pour effet de donner à tous la même taille finale, et comme si, en même temps, les circonstances venaient troubler inégalement, dans un sens ou dans l'autre, et plus ou moins selon les individus, la marche régulière du phénomène. La taille finale serait la résultante de la superposition de plusieurs phénomènes : un principal, qui nous intéresse particu-

lièrement, et d'autres très nombreux et très divers que nous ne pouvons pas prétendre connaître tous. Les calculs statistiques faits sur l'ensemble des mesures ont pour but de dégager le phénomène principal des phénomènes parasites et d'évaluer en même temps l'importance de ces derniers.

Cette interprétation de la variabilité coïncide très exactement avec celle que donne la Génétique, dont nous avons parlé tout à l'heure. Elle permet en outre de comprendre le rôle de la loi normale en Biologie et donne ainsi une base solide à la Biométrie.

Grâce à la Biométrie, il est possible d'atteindre des grandeurs objectives et de les déterminer, avec une précision d'autant plus grande que le nombre des mesures a été plus grand. L'incertitude qui subsiste est toujours chiffrable. Mais ces grandeurs, qui ont une signification aussi claire que celles que l'on rencontre en physique, ne concernent que des collectivités et, transportées à l'échelle individuelle, ne s'appliquent qu'à un être idéal, l'individu moyen, que nul n'a jamais rencontré. En ce qui concerne les individus réels, la Biométrie ne nous indique que des *valeurs probables*. Un biométricien ne peut pas deviner, plus que n'importe qui, que Monsieur X, qu'il n'a jamais vu, mesure 1 m. 74 et pèse 64 kg. Mais, si la fantaisie l'en prenait, il pourrait faire, à bon escient, certains paris. Il pouvait par exemple, très raisonnablement, parier en 1939, à trois contre un, que Pierre, petit Parisien de 12 ans, dont il ne savait rien, sinon qu'il était élève d'une école primaire du XV[e] arrondissement, ne dépassait pas la taille de 1 m. 44 et le poids de 37 kg. 500 ; et, à dix contre un, qu'il n'atteignait pas la taille de 1 m. 49 et le poids de 45 kg.

Tout ce qui précède permet de comprendre que la réponse de la Biométrie à la plus simple des questions soit nécessairement assez compliquée. Elle comporte, au moins, l'indication de la *moyenne*, celle de l'*écart-type*, qui est une mesure de la variabilité, celle des *erreurs probables* de l'une ou de l'autre de ces grandeurs, erreurs qui dépendent à la fois de l'écart-type et du nombre des individus mesurés. Pour interpréter ces chiffres, il pourra être nécessaire de consulter des tables numériques, notamment celles de la fonction de Gauss, qui permettent seules de faire avec chance de succès certaines prédictions.

Ces constantes biométriques une fois connues, il devient possible de pratiquer de fort instructives comparaisons. On peut, par exemple, décider si deux séries d'individus peuvent légitimement être considérés comme appartenant à une seule et même population ou si, au contraire, on doit admettre qu'ils proviennent de deux populations distinctes. Des questions de ce genre se posent constamment dans l'étude des problèmes biologiques les plus divers, distinction des races au sein d'une même espèce, analyse de l'action du milieu sur les représentants d'une même race, détermination de l'importance des caractères sexuels secondaires lorsque ceux-ci sont peu marqués, orientation scolaire ou professionnelle... Et cette liste n'a rien de limitatif.

La corrélation

D'autres problèmes sont plus difficiles. Ce sont ceux qui exigent l'étude simultanée de deux ou de plusieurs grandeurs biologiques mesurées sur le même être. Dans une population d'enfants du même âge, le poids et la taille sont deux grandeurs variables, et tous les individus de même taille ne pèseront pas le même poids. On peut faire correspondre à chaque taille un poids, à chaque poids une taille qui représenteront des valeurs moyennes, caractérisant dans une certaine mesure la population étudiée. Mais ces renseignements sont insuffisants. Ils ne nous diront pas si les enfants de même taille ont une corpulence moyenne et des poids très voisins l'un de l'autre ou si, au contraire, à taille égale, le poids est très variable, les individus très maigres ou très gras étant très nombreux. Ils ne nous diront pas, en somme, jusqu'à quel point les deux grandeurs étudiées dépendent l'une de l'autre, jusqu'à quel point pour un individu donné la connaissance de l'une peut servir à prévoir l'autre.

Ces renseignements complémentaires sont apportés par le calcul, à partir des résultats de l'ensemble des mesures, d'un paramètre spécial, le *coefficient de corrélation*, dont la valeur exprime le degré plus ou moins étroit de dépendance des deux grandeurs que l'on compare. La notion de corrélation, dont l'idée première est due au biologiste anglais Galton, est beaucoup plus facile à expliquer en langage mathématique qu'en langage usuel. Essayons cependant de donner une idée de son contenu.

La taille et le poids d'un enfant ne sont évidemment pas indépendants. Parmi les phénomènes qui déterminent la taille, il en est, notamment les dimensions du squelette, qui interviennent aussi dans la fixation du poids. Si ces phénomènes existaient seuls, le poids serait connu lorsqu'on connaîtrait la taille, exactement comme le poids d'une boule de fer est déterminé lorsqu'on connaît son diamètre. La variabilité d'une des grandeurs serait déterminée par les mêmes causes que la variabilité de l'autre. Mais nous savons bien que quantité de circonstances qui n'affectent pas une des grandeurs affectent l'autre, et qu'un enfant peut grandir sans augmenter de poids, maigrir ou engraisser sans que sa taille varie. Ces circonstances, qui troublent en quelque sorte le jeu des phénomènes

communs à la croissance en taille et à la croissance en poids, nous empêchent de calculer avec certitude l'une des grandeurs lorsque l'on connaît l'autre. Elles ajoutent à la variabilité commune à la taille et au poids, une variabilité propre à chacune des grandeurs. Elles transforment la relation rigoureuse qui existerait sans elle en une relation moins stricte, une relation de corrélation. Le coefficient de corrélation donne une mesure de la part de la variabilité commune aux deux grandeurs dans la variabilité totale de l'une et de l'autre.

Nous pourrions redire, à propos des relations de corrélation, ce que nous avons dit en étudiant la mesure d'une grandeur isolée. Elles peuvent fournir des descriptions précises, exprimables par des formules aussi strictes que celles que l'on rencontre en physique, du comportement moyen d'une grande population. Mais elles ne donnent pour un individu particulier que des prévisions plus ou moins probables, dont le degré de précision dépend étroitement de la grandeur du coefficient de corrélation.

Lorsque ce coefficient est nul, les deux grandeurs sont indépendantes, et la connaissance de l'une n'apprend rien sur l'autre. Lorsqu'il est égal à 1, les deux grandeurs varient proportionnellement l'une à l'autre. Toutes les valeurs comprises entre 0 et 1 peuvent se rencontrer ; elles expriment tous les degrés de liaison, du plus lâche au plus étroit, entre les grandeurs que l'on compare. Et, de même qu'il est possible de comparer deux populations du point de vue des moyennes et des écarts de types de leurs caractères mesurable, il est possible de les comparer du point de vue de la valeur des coefficients de corrélation unissant ces caractères. Nous verrons tout à l'heure un exemple où cette comparaison a apporté des résultats extrêmement importants pour la Biologie générale.

Biométrie et statistique

Il ne nous est, malheureusement, pas possible d'aller plus loin dans l'exposé des procédés de travail en usage dans la Biométrie et nous ne pouvons pas davantage songer à examiner les problèmes biologiques que l'utilisation méthodique de ces procédés a permis ou permettra de résoudre. Ce que nous avons dit doit cependant suffire à montrer qu'un des problèmes les plus fondamentaux de la Biologie, problème qui touche à l'une des caractéristiques les plus essentielles des êtres vivants, celui de la variation, est tout entier tributaire de méthodes mathématiques. Nous avons appris à cette occasion, que l'on ne peut jamais connaître d'une grandeur caractéristique d'un être vivant que des valeurs probables et que, dans aucun cas, un seul nombre n'est capable de résumer complètement une enquête biométrique, différence d'avec les grandeurs physiques qui suffit à donner aux mathématiques du biologiste une allure toute particulière.

Il arrive, cependant, et il arrivera de plus en plus fréquemment dans l'avenir, qu'un biologiste ait à faire usage de techniques expérimentales et de modes de raisonnement analogues à ceux du physicien ou du chimiste et qu'il cherche à établir des relations quantitatives entre deux grandeurs biologiques, ou entre une grandeur biologique et une grandeur physique. Les lois qu'il obtiendra ne seront pas, en général, d'un type très différent de celui des lois que manient ses collègues des sciences exactes ; mais leur signification concrète sera bien différente. Alors que, pour ceux qui étudient la matière inanimée, les lois obtenues peuvent permettre la prévision rigoureuse des phénomènes, pour celui qui étudie la matière vivante, la loi la plus rigoureusement établie ne sera jamais qu'une loi *moyenne*, capable de décrire le comportement *moyen* d'une population infiniment nombreuse, mais incapable par essence de traduire avec rigueur aucune loi individuelle. Nous savons bien qu'aucun bébé n'a jamais été assez idéalement moyen pour se conformer à la loi de croissance exprimée par la courbe admirablement régulière tracée par avance sur les feuilles de pesée, courbe qui ne peut traduire que le comportement d'un être parfaitement abstrait, le Bébé Normal. Mais nous savons aussi que la connaissance de cette courbe moyenne n'est pas inutile et que, si notre enfant s'en écarte trop, il nous faut appeler le médecin. Aujourd'hui chacun de nous s'alarme plus ou moins vite suivant son degré propre de calme ou de nervosité, mais il est fort probable qu'un jour prochain, la courbe théorique, qui existe seule aujourd'hui, sera encadrée de deux autres courbes qui représenteront des sortes de marges de sécurité qu'un enfant bien portant ne doit pas franchir, en principe. Ces marges de sécurité seront définies par la biométrie, à partir de cet écart-type du poids moyen dont il a été fait mention tout à l'heure. L'ensemble des trois courbes, la courbe moyenne et ses deux satellites, représentera l'équivalent de la courbe unique correspondant au phénomène physique. Différence qui s'explique par le fait que la matière vivante est toujours variable et, par là même, indéfinissable, tandis que la matière inerte est définissable et constante — au moins en principe.

Mais il peut évidemment arriver que certains phénomènes physiques complexes, ou certaines substances chimiques instables, présentent une moindre constance que d'autres phénomènes plus simples, que d'autres substances plus stables. Dans des cas de ce genre, il faudra faire usage de

la Biométrie, bien qu'il ne s'agisse plus d'êtres vivants, mais alors on ne parlera plus de Biométrie, mais bien de Statistique.

Au sens le plus large du terme, la Statistique peut être conçue comme l'ensemble des méthodes mathématiques qui peuvent être utilisées pour décrire ou pour interpréter les résultats quantitatifs des expériences ou des observations. Elle a son fondement dans le calcul des probabilités, branche des mathématiques pures, nées au XVII[e] siècle, de l'étude des jeux de hasard. Mais elle ne s'est réellement développée qu'au XIX[e] siècle et, fait bien digne de remarque, c'est en essayant de résoudre des problèmes biologiques qu'elle s'est constituée.

Il y a cent ans juste, avec Quetedet, se fondait la Biométrie, origine des notions d'écart-type de l'erreur probable. Il y a trois quarts de siècle qu'avec Galton, qui étudiait les lois de l'Hérédité, apparaissait la notion de corrélation, fondement de la Statistique moderne. Aujourd'hui encore, devenue discipline autonome, elle trouve dans des problèmes biologiques les plus précieux des stimulants ; c'est ainsi que depuis vingt ans s'est édifié tout un corps de doctrine destiné à préparer, de façon rationnelle, des plans d'expérimentation en agriculture et à interpréter au mieux les résultats des expériences.

De cette branche moderne de la Statistique, il ne saurait être question ici et nous ne parlerons pas davantage, faute de temps, d'une application plus ancienne, la démographie. Je voudrais utiliser le temps qui me reste à indiquer très rapidement que les mathématiques ont joué un grand rôle dans le développement d'une des disciplines biologiques les plus essentielles : la Science de l'Hérédité.

Hérédité et statistique

L'histoire de cette science est curieuse. C'est en 1865 que Mendel découvrit les lois qui ont immortalisé son nom, mais cette découverte, la plus importante qui ait été faite en Biologie au cours du XIX[e] siècle, passa tout d'abord inaperçue et ne sortit de l'oubli que trente-cinq ans plus tard. De sorte que, lorsque, vers 1870, Francis Galton aborda l'étude de l'hérédité, tout paraissait encore à découvrir sur le sujet. Galton, étudiant l'homme, sur lequel on n'expérimente pas, et s'intéressant à des caractères comme la taille, dont la transmission obéit, on l'a su plus tard, à des règles particulièrement complexes, ne pouvait redécouvrir les lois de Mendel. Ce qu'il cherchait, c'était un moyen d'exprimer par un nombre, le degré de ressemblance moyen existant entre parents et enfants, frères et sœurs, etc... Et c'est au cours de cette recherche qu'il élabora, au prix de longs efforts, la notion de corrélation, qui, nous le savons déjà, est devenue essentielle à la Biométrie tout entière. Appliquée aux pedigrees qu'il rassembla patiemment, la méthode lui permit d'établir un résultat fondamental, le *loi de corrélation ancestrale* qui dit que le coefficient de corrélation entre individus apparentés en ligne directe ou en ligne collatérale, diminue de moitié à chaque génération nouvelle qui les sépare ; la corrélation père-fils est égale à la corrélation frère-sœur et deux fois plus forte que la corrélation grand-père-petit-fils, etc... Les méthodes de calcul, assez rudimentaires à l'origine, se perfectionnèrent bientôt, de sorte que, vers la fin du siècle dernier, l'étude quantitative de l'hérédité semblait avoir reçu son orientation définitive. Mais, en 1900, les lois de Mendel furent redécouvertes et prirent dans la Biologie une place prépondérante, d'ailleurs bien justifiée. Les biologistes, peu amis des mathématiques en général, furent trop heureux d'avoir ce prétexte pour rejeter dans l'ombre l'œuvre monumentale de Galton. Certains prétendirent même que les résultats de l'école biométrique étaient faux, parce que soi-disant incompatibles avec les résultats mendéliens. Des travaux ultérieurs devaient montrer qu'il n'en était rien et que, bien au contraire, la seule justification de la loi de l'hérédité ancestrale repose sur les lois de Mendel. Le hasard a voulu que les conséquences complexes de principes très simples aient été découvertes avant que ceux-ci aient été compris. Il en eût été évidemment autrement si les biologistes contemporains de Mendel n'avaient pas été dépourvus de compréhension mathématique au point de méconnaître totalement la grandeur du don que le génie du moine tchèque venait de faire à la science.

Ce qu'eut, en son temps, de profondément original la pensée de Mendel, c'est l'idée que l'hérédité était régie par les lois du hasard et qu'elle ne pouvait être étudiée utilement que par des méthodes statistiques. Une telle hypothèse ne pouvait que heurter profondément la pensée biologique traditionnelle, mais toute la science moderne en montre l'admirable fécondité.

Une des espèces les plus propres à faire comprendre la découverte de Mendel est la Belle-de-Nuit que l'on cultive assez souvent dans nos jardins, et qui présente plusieurs variétés parfaitement stables. Deux d'entre elles ne diffèrent que par la couleur de la fleur, toujours blanche dans l'une, toujours rouge dans l'autre. Lorsque le pistil d'une fleur rouge reçoit du pollen provenant d'une fleur de la variété blanche, les graines qui résultent de cette fécondation produisent des plantes dont les fleurs sont roses. Le croisement inverse donne des mêmes résultats : la pollinisation d'une fleur blanche par du pollen de la variété rouge donne des produits dont les fleurs sont roses.

Tous les hybrides de première génération sont donc identiques.

En deuxième génération, tout change. Les plantes issues des fleurs roses fécondées par leur propre pollen sont de trois sortes : les unes ont des fleurs blanches, les autres des fleurs rouges, d'autres encore, les plus nombreuses, des fleurs roses. Les deux premières catégories de plantes ont tous les caractères des plantes parentes, la troisième tous les caractères des hybrides de première génération. Le croisement de ces hybrides à fleurs roses, et des plantes à fleurs blanches donne un mélange de plantes à fleurs roses et de plantes à fleurs blanches ; celui d'une plante à fleurs roses et d'une plante à fleurs rouges, un mélange de plantes à fleurs roses et de plantes à fleurs rouges : de tels hybrides ressemblent donc à l'un et l'autre de leurs parents.

Cette diversité d'apparence des hybrides de deuxième génération était connue avant Mendel et avait fait le désespoir des théoriciens de l'hérédité. Mendel, le premier, eut l'idée de dénombrer les différentes catégories d'individus et constata que, dès que la descendance d'un hybride était assez nombreuse pour qu'une statistique ait un sens, il apparaissait toujours en deuxième génération un quart de plantes semblables à celle qui avait fourni le pollen et un quart de plantes semblables à celle qui avait apporté les ovules ; et le reste, c'est-à-dire la moitié du nombre total, était composé de plantes identiques aux hybrides de première génération. Dans le croisement d'un hybride de première génération avec une des plantes de race pure, on trouvait toujours un nombre égal de plantes semblables à chacun des deux parents.

Comment expliquer cette proportion remarquablement simple que l'on retrouve, avec la même constance dans les croisements les plus divers, non seulement chez les végétaux, mais chez les animaux ?

Remarquons tout d'abord que l'élément mâle et l'élément femelle, le grain de pollen et l'ovule, jouent le même rôle dans les phénomènes d'hérédité, puisque les croisements symétriques donnent le même résultat et que l'un comme l'autre peuvent porter les caractères de couleur qui nous intéressent.

La constance des races parentes signifie évidemment que tous les grains de pollen d'un côté, et tous les ovules de l'autre, ne sont semblables entre eux — qu'ils sont tous « blancs » dans un cas, tous « rouges » dans l'autre. Il est difficile de comprendre l'existence des différentes catégories de la deuxième génération d'hybrides autrement qu'en admettant que les hybrides de première génération produisent, non pas comme on pourrait le croire, des éléments sexuels d'un type particulier que nous pourrions appeler « roses », mais bien un mélange de pollen et d'ovules « blancs » et « rouges ». Il est facile de montrer que les proportions observées sont exactement celles que l'on doit attendre si les éléments « blancs » et « rouges » sont en nombre égal.

Une certaine graine résulte de la fécondation d'un certain ovule par un certain grain de pollen et c'est le hasard seul qui a décidé que ce grain de pollen atteindrait cet ovule plutôt qu'un autre, le hasard seul qui fait qu'un pollen « rouge » féconde un ovule « blanc » ou « rouge ». Dès lors on peut prévoir aisément les résultats d'un croisement.

Représentons le grain de pollen et l'ovule par deux pièces de monnaie, de 1 franc et 2 francs par exemple. Convenons que le côté face représentera le facteur « rouge », le côté pile le facteur « blanc » et lançons nos deux pièces. Quatre combinaisons sont possibles qui sont, en citant dans l'ordre la pièce de 1 franc et celle de 2 francs, face-face, face-pile, pile-face, pile-pile ; autrement dit dans l'ordre pollen-ovule : rouge-rouge, rouge-blanc, blanc-rouge, blanc-blanc. Mais nous savons que rouge-blanc et blanc-rouge sont identiques et donnent l'un et l'autre des plantes à fleurs roses. Il ne reste donc que trois cas possibles : deux combinaisons représentées chacune une fois et correspondant aux deux races pures, une combinaison représentée deux fois et correspondant à l'hybride. Le calcul des probabilités nous apprend que si nous lancions nos deux pièces un assez grand nombre de fois, les proportions des différentes combinaisons seraient sensiblement égales aux probabilités que nous venons de déterminer, c'est-à-dire de $1/4$, $1/2$ et $1/4$, proportions observées par Mendel. Les proportions $1/2$ et $1/2$ observées dans le croisement d'un hybride avec l'une ou l'autre des souches parentes s'expliquent, plus simplement encore.

La précision que l'on peut atteindre dans la détermination de ces proportions mendéliennes, puisque c'est ainsi que l'on nomme ces rapports, est d'autant plus grande que la population étudiée est plus nombreuse, et les règles du calcul des probabilités permettent d'estimer la grandeur des écarts que l'on peut attendre dans des dénombrements portant sur un nombre déterminé de plantes. Les vérifications faites se sont toujours montrées assez satisfaisantes pour que l'interprétation de Mendel puisse être considérée comme entièrement justifiée.

Tous les croisements faisant intervenir un seul couple de caractères ne sont pas aussi faciles à interpréter que celui que nous venons d'étudier. Très souvent, le plus souvent même, l'hybride n'a pas une apparence intermédiaire entre les parents mais paraît identique à l'un d'eux, qui est alors dit

dominant par rapport à l'autre que l'on dit *récessif*. Dans ces conditions, on doit s'attendre à observer en deuxième génération un quart d'individus récessifs et trois quarts d'individus à forme dominante, les hybrides se confondant avec les dominants purs, deux fois plus nombreux qu'eux. Ce sont ces proportions 1/4 et 3/4 que Mendel lui-même observa dans ses croisements entre variétés de poids.

Ainsi, la loi fondamentale de l'hérédité est une loi statistique, la plus simple des lois statiques, celle-là qui est à la base du calcul des probabilités ; la loi de pile ou face. La connaissance de cette loi suffit à faire des prévisions dans des cas beaucoup plus compliqués que celui que nous venons d'envisager. Elle permet, entre autres choses, de prévoir l'évolution d'une population qui, à un moment donné, contiendrait en proportions quelconques les trois catégories d'individus que nous avons distinguées, lorsque l'on fait sur le mode de pollinisation, sur la fertilité et sur la vigueur des trois catégories de plantes, diverses hypothèses.

Si l'on suppose que toutes les plantes sont également fécondes et vigoureuses, quelle que soit la couleur de leur fleur, on peut montrer que s'il y a autofécondation, le nombre des plantes à fleurs rose ira constamment en décroissant. Si la polinisation est croisée et se fait complètement au hasard (pollinisation par le vent, par exemple), on obtiendra, en une génération, une population telle que le nombre des plantes à fleurs roses soit le double de la moyenne géométrique du nombre des plantes à fleurs blanches ou à fleurs rouges, ces proportions restant ensuite stables de génération en génération. Dans une hypothèse intermédiaire, une fraction définie du nombre total de plantes étant soumis à l'autofécondation et le reste livré à la fécondation croisée, la population tendra graduellement vers un état d'équilibre stable, comportant toujours moins de plantes à fleurs roses que dans le cas de la fécondation entièrement croisée.

Lorsque l'on suppose que les plantes à fleurs rouges, roses ou blanches, n'ont pas la même fécondité, ni la même vigueur, hypothèses plus conformes à la réalité, les calculs deviennent beaucoup plus compliqués, mais aussi beaucoup plus intéressants. Ils permettent en effet d'aborder un problème capital, d'où dépend toute la philosophie de la Biologie et toute la philosophie de la Science — le problème de l'évolution. Etudier en effet le problème de la persistance ou de l'extinction, au sein d'une population, d'un facteur conditionnant un caractère qui donne à son porteur une fécondité ou une vitalité, accrue ou diminuée, c'est en effet ébaucher la théorie de la Sélection naturelle, clef de voûte du Darwinisme, seule explication rationnelle de l'Evolution.

***

C'est sur cette indication — qu'il est naturellement impossible de développer ici — que je voudrais conclure. J'ai essayé de montrer l'intérêt que présentent les mathématiques pour la Biologie, mais on me permettra de regretter qu'il soit périodiquement jugé utile de faire cette démonstration. Il ne viendrait à l'idée de personne de demander une conférence de même niveau intitulée « Mathématiques et Physique ». Ce n'est peut-être pas un très bon symptôme pour la qualité de la culture scientifique donnée par notre enseignement secondaire, qu'aux approches du milieu du XXe siècle, une conférence sur « Mathématiques et Biologie » ait encore sa raison d'être. Ce stade est dépassé depuis vingt ans, trente ou plus aux U.S.A. en U.R.S.S. et ailleurs. Il n'est que temps de rattraper un retard inexcusable, et toute réforme de l'enseignement serait incomplète si elle ne posait pas en principe que tous ceux que leur métier mettra en contact avec la matière ou qui auront à travailler, d'une façon ou d'une autre, sur les être vivants, c'est-à-dire les ingénieurs, les architectes... d'une part ; les médecins, les agronomes et aussi, il faut le dire, les professeurs et les juristes d'autre part, devront recevoir un minimum de culture scientifique. Ce minimum, qui devra être impitoyablement exigé, comportera obligatoirement *toutes* les disciplines scientifiques, inégalement dosées selon les carrières préparées. La culture générale du biologiste, dont l'objet d'étude, quel qu'il soit, est toujours complexe, devra être particulièrement poussée et comportera, avec des éléments suffisants d'analyse, une large part de statistique.

Georges TEISSIER,

Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.
Directeur du Centre National de la Recherche Scientifique.

SUR QUELQUES TERRE DE LA COTE FRANÇAISE DES SOMALIS

Il m'a été donné de faire, à plusieurs reprises, l'escale de Djibouti. Chaque fois, j'ai été frappé de l'insuffisance flagrante des ressources en légumes frais mises à la disposition de la population. Cependant, malgré les conditions extrêmement défavorables présentées à la fois par le climat et, sauf exception, par le sol lui-même, je ne pouvais m'empêcher de penser qu'une recherche systématique des emplacements les moins désavantagés ferait découvrir, avec un peu d'eau douce dans le sous-sol, quelques îlots de terre possédant des qualités suffisantes pour supporter des cultures vivrières.

Le Gouverneur de la Colonie voulut bien me faire adresser des échantillons de terre pour les étudier, mais, au lieu de recevoir un nombre important d'échantillons, des circonstances diverses firent que je ne pus en recevoir qu'un petit nombre et le travail que j'aurais voulu poursuivre ne reçut qu'un commencement d'exécution. Il en est ainsi, trop souvent, en matière de recherches scientifiques coloniales : on a de bonnes raisons d'espérer que cela va s'améliorer et il faut s'en réjouir. Ces préliminaires étaient nécessaires ; ils expliqueront, s'ils ne l'excusent pas, l'insuffisance de documentation de la présente note (1).

Nous pensons que l'on peut faire connaître, aujourd'hui, les résultats de ces premières investigations.

Les points examinés sont situés au sud-ouest de la colonie : Plaine de Bara, Dikkil, Plaine de Gobad et au nord du golfe de Tadjourah.

Plaine de Bara. — Cette plaine, d'altitude moyenne de 500 mètres s'étend, à l'est de la colline de Dikkil, sur trente kilomètre senviron et sur dix à quinze dans le sens nord-sud.

C'est une vaste plaine de terre argileuse jaune-rougeâtre, avec des efflorescences salines, recouvrant une nappe de basalte. Pas d'eau, pas de végétation, une surface unie, sans cailloux (sauf ceux apportés par les oueds descendant des élévations du pourtour) éblouissante sous les rayons du soleil, balayée par des vents de sable violents.

Nous avons reçu de cette plaine des échantillons provenant d'un sondage non loin de Dikkil, poussé à 5 m. 10 de profondeur sans avoir rencontré d'eau. (Le point avait-il été bien choisi ? Le sondage était-il assez profond ? L'eau qui tombe sur les pentes doit bien se rassembler en différentes nappes : ce sont elles qu'il faudrait déceler d'après la topographie et divers indices souvent peu apparents). Nous avons analysé les prélèvements de la surface, de 2 mètres et de 4 m. 50 de profondeur. On n'y trouve pas de gros éléments, graviers ou cailloux ; ceux qui étaient joints à l'envoi, ont été trouvés aux alentours du sondage, disséminés à la surface du sol et ils proviennent certainement des pentes voisines d'où les torrents les ont entraînés. Ils présentent une patine légère et font penser aux rochers des régions sahariennes, polies et guillochées par le vent.

Comme on le voit d'après les chiffres d'analyse, les éléments fins dominent abondamment et certaines zones (profondeur 2 m.) en comportent 94 %. Les éléments salins y sont en telle abondance, qu'il y a mieux à faire pour l'instant que de s'attarder dans cette région. Il y a d'autres endroits où faire porter ses efforts avec chance d'être payé.

PLAINE DE BARA

	surface	*profondeur* 2 m.	*profondeur* 4 m.
Cailloux et graviers.	0,6	traces	1,58
Terre fine sèche	99,4	100,0	98,42
	100,0	100,0	100,00
Coloration.	jaune-rouge	rougeâtre	rouge-brun
Perte au feu totale..	9,94	12,22	12,54
Réactions (Comber)	alcaline	n d	n d
Fer attirable par l'aimant.........	présence	présence	présence
ANALYSE PHYSIQUE			
Cailloux et graviers.	0,6	traces	1,58
Sable grossier total..	25,22	6,12	20,81
Sable fin total......	57,28	54,27	55,39
Argile brute	16,90	39,61	22,22
	100,00	100,00	100,00
Calcaire de la terre fine, %	9,80	10,50	12,73
Chlorures (en *NaCl*).	6,0 o/oo	8,8 o/oo	7,0 o/oo
Sulfates solubles....	traces	abondants	présence
Sels solubles totaux.	»	48,5 o/oo	33,4 o/oo
Matières humiques..	1,4 o/oo	—	—

Le calcaire se trouve en majeure partie dans le Sable fin.

Dans tous les échantillons que nous avons analysés, nous avons dosé la perte au feu de la terre fine, desséchée préalablement à 100°. Ce dosage est rarement fait et, à notre avis, c'est regrettable, car il donne en bloc les colloïdes argileux et humiques.

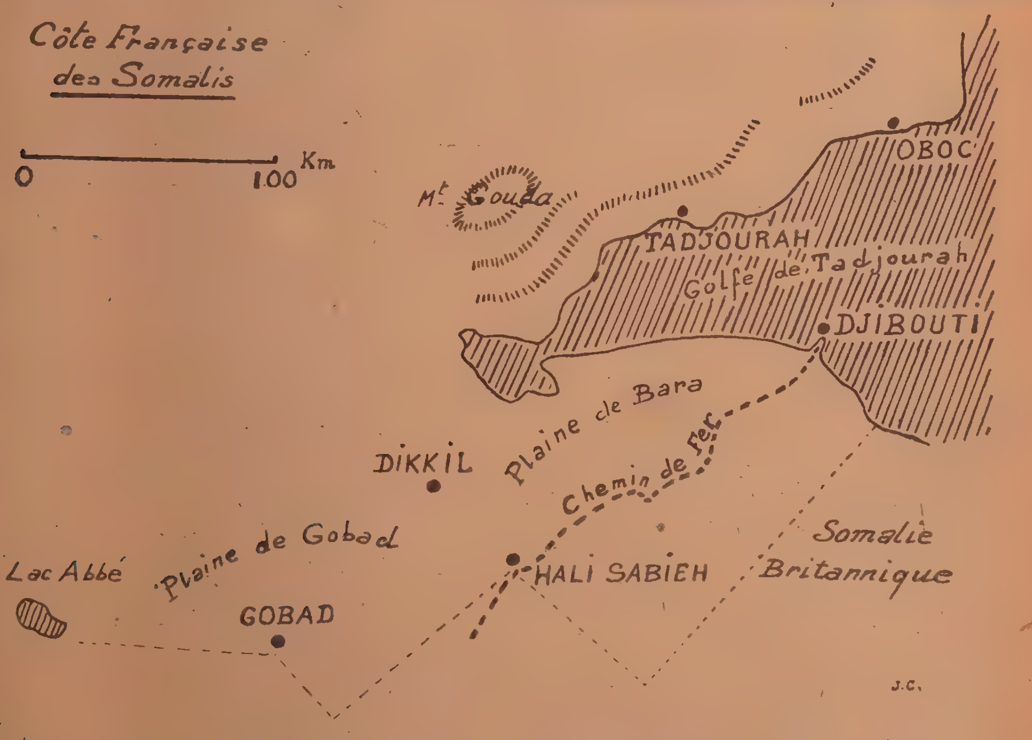
Dikkil. — A 120 km. de Djibouti. Nous avons

(1) Une légère subvention me fut accordée, à l'époque, par la Caisse Nationale de la recherche scientifique, grâce à l'aimable intervention de M. le Professeur LACROIX, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, que je suis heureux de remercier ici.

un seul échantillon provenant de la palmeraie : un petit oued, des constructions en pierres ou en terre, des palmiers, quelques sources qui alimentent même une piscine. On y voit un jardin potager, créé par l'officier chargé du poste, comme le constatait en 1937-38 M. Aubert de la Rue. Ce jardin renfermait des tomates, aubergines, salades, radis, céleris, betteraves, poireaux, piments, gombos ; des papayers, bananiers, grenadiers ; des murs surmontés de branchages épineux garantissaient les légumes de la dent des chèvres. Le prélèvement de terre comporte trois échantillons, un du sol et deux du sous-sol ; nous connaissons donc sur une épaisseur de 0 m. 75 la terre en question. Or, comme le montre l'analyse, c'est une terre très calcaire, tuffeuse, où les éléments fins constituent seulement 15 à 27 % du total. La teneur en chlorures de la terre totale se trouve, par suite d'une forte proportion de graviers, réduite à 0,6 et 0,2 p. mille, ce qui est très peu pour une terre certainement très perméable. L'azote n'y abonde pas (0,25 pour mille de terre totale), les matières humiques y sont en petite proportion, l'acide phosphorique fait bonne figure, mais paraît bien peu assimilable.

DIKKIL

	Sol 0-0,25	*Sous-sol* 0,25-0,50	*Sous-sol* 0,50-0,75
Cailloux et graviers.	47,4	76,6	66,0
Terre fine sèche	52,6	23,4	34,0
	100,0	100,0	100,0
Coloration.	jaune	jaune	jaune
Perte au feu totale,.	18,16	27,66	—
Réactions (Comber)	alcaline	alcaline	alcaline
Fer attirable par l'aimant........	présence	présence	présence
ANALYSE PHYSIQUE			
Cailloux et graviers.	47,4	76,5	66,0
Sable grossier total..	25,7	8,0	12,8
Sable fin total...... / Argile brute	26,9	15,4	21,8
	100,0	100,0	100,0
Calcaire de la terre fine, %	36,6	50,53	10,93
Chlorures (en $NaCl$) de la terre fine ...	1,22 0/00	0,62 0/00	0,52 0/00
ANALYSE CHIMIQUE *pour mille de terre fine sèche*			
Azote.	0,48	—	—
Acide phosphorique.	1,87	—	—
Acide soluble, acide citrique 2 %.....	0,05	traces	traces faibles
Matières humiques .	6,8	—	—



Plaine de Gobad. — La plaine de Gobad s'allonge, d'est en ouest sur 70 à 80 kilomètres, avec 20 à 25 ou 30 de largeur ; elle confine au Lac Abbé (lac d'eau salée) et à la frontière éthiopienne, son altitude est comprise entre 200 et 300 mètres ; au nord et au sud, elle est limitée par des plateaux basaltiques. Cette vaste étendue, soumise à l'influence des vents de sable, représente un ancien lac qui s'était formé à la surface d'une nappe de basalte. Les alluvions qui en tapissaient le fond sont d'origine lacustre. On y rencontre encore quelques oueds et sur les bords existe une certaine végétation (Oued de Gobad, forêt (?) de Gobad). Les pentes basaltiques ont fourni divers

matériaux qui ont pu modifier la nature des alluvions, sur le pourtour.

La prospection de cette étendue de quelque quinze cents kilomètres carrés, a été insuffisante ; il eût fallu rechercher davantage les points intéressants. Les difficultés à vaincre pour accomplir ce genre de travaux sont énormes dans un pays comme celui-ci, aussi ne faut-il pas trop s'étonner s'il ne m'a été remis que les échantillons de deux terres, de la région même de Gobad : l'une provient d'un terrain boisé, l'autre d'un terrain non boisé et d'un endroit paraissant propice à la création d'une palmeraie.

Examinons-les sous l'angle des possibilités agricoles.

une nappe a son niveau entre 1 m. 50 et 3 m. de profondeur suivant les saisons, fait augurer une terre bien meilleure dans l'ensemble.

Quant au second prélèvement, il ne diffère pas sensiblement du premier, sauf que les sels solubles sont moins abondants. Comme dans le précédent, on y décèle des traces de nitrates dans le sous-sol. Une nappe d'au s'y tient à 2 m. 50 de profondeur, mais nous n'avons aucun renseignement sur sa salinité. L'impression qui ressort de l'examen de ces terres est qu'elles seraient bonnes pour la culture à condition de choisir les emplacements et qu'elles puissent être drainées au moyen de fossés, pour assurer l'écoulement du sel, et irriguées avec de l'eau pas ou très peu salée.

PLAINE DE GOBAD

	Terrain boisé		*Terrain non boise*		*(Prélèvement en vue d'une palmeraie*
	Sol	Sous-sol	Sol	Sous-sol	Sous-sol : 0,75
	—	—	—	—	—
Cailloux et graviers	0,06	0,01	0,32	0,35	1,90
Terre fine sèche (< 1 m/m)	99,94	99,99	99,68	99,65	98,10
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Coloration	jaune		jaune		jaune
Perte au feu totale	12,08	11,71	10,77	7,86	9,28
Réaction (Comber)	Alcaline	alcaline	alcaline	alcaline	alcaline
Fer attirable par l'aimant	présence	présence	présence	présence	présence
ANALYSE PHYSIQUE					
Cailloux et graviers	0,06	0,01	0,32	0,35	1,90
Sabme grossier total	46,96	14,75	39,30	57,74	60,05
Sable fin total	37,95	76,00	54,19	37,18	32,81
Argile brute	15,03	9,24	6,19	4,73	5,24
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Calcaire de la terre fine, %	13,70	14,40	12,05	10,10	12,10
Chlorures (en *NaCl*)	0,05 0/00	0,35 0/00	0,04 0/00	0,08 0/00	0,38 0/00
Sels solubles totaux	1,16	17,55	0,84	—	8,5
Azote	—	—	—	—	—
Acide phosphorique soluble acide citrique 2 %	0,07	0,03	0,04	0,05	0,06
Matières humiques	4,0	6,7	3,9	2,2	4,2
Sulfates solubles	Absence	Abondants	Absence	Absence	présence
Densité réelle	—	2,72		2,56	

Le premier point, terrain boisé, mais pouvant être défriché est situé sur la rive de l'oued Gobad. Sol et sous-sol sont pratiquement dépourvus de graviers et cailloux ; leur teneur en éléments fins est assez élevée mais ils sont bien pourvus de calcaire ; la teneur en chlorures est faible vers la surface, mais en profondeur elle est 7 fois plus forte ; la teneur en sels solubles divers (sels totaux), est quinze fois plus forte dans le sous-sol que dans le sol. Ne pouvant faire de nouveaux prélèvements pour vérifier si cette constatation est générale, il est prudent de réserver une appréciation. La faiblesse de l'acide phosphorique soluble dans l'acide citrique est-elle compensée par un peu d'humus ? Les eaux de l'oued sont-elles très salées ? L'échantillon, pour tout dire, semble provenir d'un point mal choisi, car la présence de végétation ligneuse jointe à celle de l'eau, dont

Ajoutons encore que les vents sont fréquents dans la plaine de Gobad et que les pluies n'apparaissent que sous forme de tornades une vingtaine de fois l'an, en moyenne et du début d'avril à fin juillet. Au point de vue cultural « le maïs, le sorgho et l'orge y donnent indubitablement d'assez bons résultats », d'après des renseignements qui nous ont été adressés d'Assaïla, mais il faudrait évidemment pousser plus avant l'étude de la région : tout reste à faire.

A titre de renseignement théorique enfin, nous avons noté la densité, par la méthode du flacon, ces deux sous-sols (0 m. 50). Nous avons trouvé 2,72 pour le terrain boisé et 2,56 pour le terrain non boisé ; par suite de la présence de paillettes ferrugineuses, attirables par l'aimant, la densité apparaît relativement élevée. Toutes les terres examinées renferment d'ailleurs des éléments ferrugineux.

Région de Tadjourah. — Sur la rive nord du golfe de Tadjourah, deux points retiennent l'attention, Obok et Tadjourah. Si nous citons Obok où débarqua le comte Lagarde en décembre 1883, quarante et un ans après que Rochet d'Héricourt y eut pris pied, c'est simplement pour rappeler que ce point est soumis à un climat particulièrement torride et qu'il y est impossible d'y implanter un centre habitable. C'est ce qui conduisit Lagarde à se porter en face, à Djibouti, plus favorisé, pour y installer le siège du gouvernement de la Colonie.

Le climat de Tadjourah ne vaut guère mieux, en apparence, car les température de 50° à l'ombre s'y constatent lorsque souffle le Rhamsin chargé de sable. Toutefois, il offre quelques possibilités dont on peut tirer parti et que l'on peut développer. Ainsi il y a, à Tadjourah, une petite palmeraie, clairsemée ; puis, avec de la persévérance on y a aménagé un jardin qui fournit au poste quelques légumes, notamment « des melons qui, fait assez exceptionnel en Somalie, ne sont pas salés, mais au contraire, extrêmement parfumés et sucrés ». Cette observation de M. Aubert de La Rue est des plus exactes et il suffit de déguster un melon acheté à Djibouti pour être surpris par sa saveur si indéniablement salée. Certaines variétés ou races de légumes supportent d'ailleurs assez bien une petite quantité de sel, notamment quelques solanées et cucurbitacées, et l'irrigation avec des eaux renfermant 1 gramme de $NaCl$, même un peu plus, par litre, est possible, à condition qu'un drainage assure l'évacuation de l'eau en excédent et que les irrigations soient abondantes afin que le sel ne s'accumule pas du fait de faibles arrosages successifs.

On peut aller d'Obok à Tadjourah par mer ; cet itinéraire nous importe peu pour le but que nous poursuivons. Si nous prenons la piste, empruntée par M. Aubert de la Rue, qui a bien noté ce qu'il a vu, nous observerons le pays au cours des cent kilomètres effectués. Le littoral, en effet, étant très abrupte, on est obligé de passer, plus en arrière, par la chaîne de Mabla pour retomber à Tadjourah. En partant d'Obok, on traverse d'abord un vaste plateau d'anciens récifs coralliens surélevés, puis on pénètre dans la vallée de l'Oued Sadaï, couverte d'acacias où les gazelles sont nombreuses et qui est relativement habité. On continue à monter par la vallée de l'Adoleï, dépourvue de points d'eau et l'on arrive au col de Garbanaba, à 800 m. d'altitude, point culminant de la piste. On redescend vers Tadjourah par la vallée de Sotahaleh dans des montagnes rhyolitiques aux teintes claires, roses, mauves, etc., avec une végétation surtout arbustive, jujubiers, aloès, dragoniers, des sansevières. On passe par une vallée offrant assez de ressources pour nourrir des chèvres et des chameaux et l'on atteint enfin Tadjourah, dans une zone de roches basaltiques (1).

Si nous avons quelque peu insisté sur cet itinéraire, c'est surtout pour montrer qu'il n'est pas région très ingrate dont on ne puisse, un jour, tirer quelque chose : ne voyons pas, en Somalie, qu'un désert sans la moindre vie végétale et animale. Le tout est de bien étudier le pays et d'arriver à saisir les raisons de son état ; mais, comme nous sommes encore à la période de recherche du terrain sur lequel on se propose d'installer quelques modestes centres de culture vivrière, évitons les conclusions prématurées.

De cette région de Tadjourah, nous ne possédons que deux échantillons de terre assez différents. Or, il est regrettable qu'à l'époque où ils nous ont été envoyés, l'attention n'ait pas été suffisamment attirée par l'utilisation de la montagne de Gouda, toute proche, en tant que station de repos et d'altitude. Le sommet se dresse à 1.650 m. au-dessus du golfe, les pentes voisines de son sommet sont couvertes d'nne véritable forêt où l'on trouve Juniperus procera, Buxus Hildebrandtis, des ficus, un mimusops, Syderoxylon Auberti, Olea chrysophylla, Delonix elata (flamboyant de la Mer Rouge), Combretum tricanthum, Moringa peregrina, un palmier (Medemia ?) ; on y rencontre des sources d'eau douce, même quelques animaux sauvages rares. En 1938, le Gouda a été érigé en Parc National. Sans nuire à la forêt, il importerait que l'on affectât quelques hectares de terrain à des cultures vivrières afin de faire de cette montagne privilégiée, un centre de repos, d'estivage — cela est prévu — où les légumes frais seront cultivés sur place, le surplus étant envoyé à Djibouti à jours fixes. La température sur le Gouda (2), se maintient entre 8° et 20° à 25°, en été, tandis qu'à Djibouti, elle oscille entre 38° et 47°. On peut donc, sur la montagne, trouver le climat favorable à des jardins potagers.

Les analyses de ces deux terres de Tadjourah font apparaître leur pauvreté en éléments fins et argileux auxquelles la forte proportion de graviers (surtout n° 1) donne de la perméabilité, condition favorable à l'irrigation ; elles renferment très peu de chlorures. On remarquera, toutefois, la zone d'accumulation vers 0 m. 25-0 m. 50, dans

(1) Tadjourah est encore intéressant comme tête de la piste conduisant à la petite oasis de Bancoualle, au pied de la montagne et d'où l'on peut accéder au sommet du Gouda.

(2) A titre de comparaison, à Diré-Daoua, à 1.200 m. d'altitude en Abyssinie, on constate, pour le mois le plus chaud, une température moyenne de 28° (au lieu de 35° à Djibouti) et, comme températures extrêmes, 9°5 et 38°.

A Diré-Daoua, la pluviométrie est de 614 mm. en 76 jours ; il est logique de supposer qu'à altitude au moins égale il se produise sur le mont Gouda des condensations d'humidité atmosphérique, sous forme de pluies, assez importantes pour alimenter des sources abondantes.

l'échantillon n° 1, une irrigation bien comprise, avec drainage, maintiendrait le sel à un niveau plus bas. Une de ces terres (n° 2) est, par rapport aux autres terres, très bien pourvues en acide phosphorique :1,54 et 0.42 ; ses teneurs en azote 0,50 et en humus 5 5 sont très raisonnables pour la région qui nous occupe ; elle est très calcaire et exigerait des fumures organiques fréquentes. La terre n° 1, si elle est située sur une zone où l'eau de la montagne peut être captée, en surface ou en profondeur, — nous n'avons malheureusement aucune précision — serait susceptible de porter quelques cultures et si on lui incorpore des engrais organiques en même temps qu'on lui fournirait de l'eau.

cette luzerne au Gouvernement de Djibouti dans le but d'effectuer des essais. Nous ignorons ce qu'il en est advenu ; souhaitons que les semis aient attiré l'attention sur une plante fourragère qui doit très certainement donner de bons résultats pourvu qu'on la cultive dans des parcelles de terre irrigables, à proximité des régions montagneuses où l'eau n'est plus une rareté. Les espèces végétales aux racines longuement développées (dattier, luzerne) iront, en profondeur, à la recherche de l'eau perdue.

On ne doit pas condamner, d'ailleurs, des terres qui se montrent pauvres à l'ananlyse chimique. Il y a des terres qui valent mieux que leur réputation et, lorsqu'on se trouve sous des climats ex-

	Tadjourah N° 1			Tadjourah N° 2		
	Sol 0-0,25	Sous-sol 0,25-0,50	Sous-sol 0,50-0,75	Sol 0-0,25	Sous-sol 0,25-0,50	Sous-sol 0,50-0,75
Cailloux et graviers (1)	54,0	62,4	71,3	12,0	18,9	16,4
Terre fine (sèche)	46,0	37,6	28,7	88,0	81,1	83,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Coloration	jaune	gris bleuté	gris bleuté	jaune terne	jaune	jaune
Perte au feu totale	7,71	5,65	4,54	20,37	19,79	21,22
Réaction (Comber)	alcaline	alcaline	alcaline	alcaline	alcaline	alcaline
Fer attirable par l'aimant	présence	rare	absent	présence	présence	présence
(1) Volcaniques avec obsidienne abondante.				(2) Gravier et cailloux dé nature médréporique.		
ANALYSE PHYSIQUE						
Cailloux et graviers	54,0	62,4	71,3	12,0	18,9	16,4
Sable grossier total	33,5	33,9	27,5	74,2	76,9	61,3
Sable fin total	12,5	3,7	1,2	13,8	4,2	22,3
Argile brute	traces	0	0	traces	traces	traces
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Calcaire de la terre fine, %	6,50	0,65	0,27	41,8	43,3	40,2
Chlorures (en NaCl) 0/00 de terre fine	0,51 p. mille	0,82 p. mille	0,49 p. mille	0,29 p. mille	0,33 p. mille	0,44 p. mille
ANALYSE CHIMIQUE *pour mille de terre fine sèche*						
Azote	0,38	—	—	0,50	—	—
Acide phosphorique	0,63	0,16	—	1,54	1,51	—
Acide phosphorique soluble acide citrique 2 %	0,17	—	0,04	0,42	0,26	0,06
Matières humiques	2,0	—	—	5,5		

D'ailleurs, étant donné l'intensité de la radiation solaire en Somalie, les semis des plantes vivrières devraient être effectués sous un léger abri tamisant la lumière. Il y a des précautions à prendre que l'expérience seule peut mettre au point. On aura probablement des résultats satisfaisants en donnant la préférence aux plantes de la famille des solanées, moins sensibles au sel, aux chénopodiacées, aux cucurbitacées ; des dattiers, avec leurs diverses variétés de dattes sèches ou de dattes molles, probablement des bananiers, des papayers. Enfin, la luzerne comme plante fourragère, mais la variété dite de Témacine, des oasis, du Sud Algérien, adaptée aux terrains salés des régions désertique. Nous avons fait expédier, en son temps, une petite quantité de semences de

trêmes, on ne doit admettre les chiffres qu'avec de prudentes réserves. C'est bien le cas de redire [1] que ce n'est pas *la terre* qui est stérile, ce qui n'a réellement pas de sens, mais *telle plante* qui est stérile sur un sol donné : il faut donc aller *chercher la plante* et la cultiver sur le sol dont nous disposons qui, lui, ne peut être changé.

Pour finir, il vient à l'esprit de comparer les terres de la Somalie qui sont des terres jaunes, avec d'autres prises dans le groupe des terres jaunes, situées sous la même latitude, en Indo-Chine, mais sous un climat pluvieux.

Or, cette comparaison laisse apparaître de notables analogies en ce qui concerne, en particulier, la

Congrès de la production Coloniale 1931, notre communication sur ce sujet.

perte au feu (CO^2 déduit si la terre est calcaire), les matières humiques et l'azote de la terre fine desséchée à 100° :

Pour une teneur en argile brute de :	Indo-Chine			Somalie		
	Perte au feu	Mat. humiques	Azote	Perte au feu	Mat. humiques	Azote
moins de 10 %	41,5	6,3	0,49	42,4	4,5	0,45
moins de 10-20 %	56,8	6,3	0,60	58,4	2,7	—
moins de 20-30 %	74,3	5,9	0,69	69,4	—	—
moins de 30-40 %	67,1	4,9	1,00	76,1	—	—
	pour mille			pour mille		

Il est regrettable qu'il ne nous ait pas été possible de faire cette comparaison sur un plus grand nombre de terres somaliennes.

Les Eaux

Voici, pour fixer les idées, quelques chiffres relatifs aux causes des nappes souterraines.

Djibouti ; galeries souterraines de la Rivière d'Ambouli (février 1928) :

Résidu sec à 110°	1.820 mgr.
Résidu fixe	1.684 —
Sulfates	90 —
Chlorures (NaCl)	1.204 —
Chaux	156 —
Magnésie	54 —
Degré hydrotrin. total	46 —

Différents puits, à 10-20 km. de Djibouti, ont donné :

	Agadeia	Tjoutodi			
Chaux	34 mgr.	196	75	25	25
Chlorûres	57 »	4.220	2.730	55	53
Degré hydrotin. total	17 »	80	36	10	4

On peut donc trouver des eaux pauvres en chlorures.

Quant à la pluviométrie, il n'y a pas à s'appesantir longuement sur ce sujet ; elle varie annuellement de 24 à 219 mm — en moyenne 107 — à Djibouti.

L'hiver, les pluies sont très variables. Nov., Déc., Janv., Fév., ont donné jusqu'à 151 mm. en 1932/33 et seulement 12 mm. en 1930/31.

Le Sahara septentrional est encore moins bien partagé : les oasis reçoivent annuellement : Touggourt, 21 mm. en 24 jours ; El Oued, 83 mm. en 21 jours ; Biskra, 157 mm. en 36 jours ; El Golea, 76 mm., etc., mais les eaux artésiennes assurent la vie des palmeraies et des jardins.

En Somalie, la recherche de l'eau est la voie sur laquelle il faut s'engager, et elle doit même précéder la recherche des terres cultivables. Les tentatives faites pour trouver de l'eau douce, ont donné déjà quelques résultats encourageants, il n'est que de continuer.

***

Notre conclusion sera la suivante :

Tout d'abord, il faut poursuivre l'étude des terres de la Somalie française, en s'attachant à prélever les échantillons dans les emplacements où les eaux pluviales peuvent s'accumuler dans le sous-sol, mais en *évitant les dépressions sans écoulement* où les substances salines s'accumulent ; choisir les vallées exposées au nord, autant que possible et chercher, par des barrages de fortune, à retenir longtemps un peu d'eau dans ces réservoirs créés artificiellement. Cette eau, même si elle s'infiltre dans le sous-sol alimentera les nappes souterraines au lieu de se perdre an loin. Une pluviométrie, annuelle de 25 mm. seulement, représente un volume d'eau de 25.000 mètres cubes sur une surface d'un kilomètre carré ; une pluviométrie, plus fréquente, de 100 m/m, représente 100.000 mètres cubes d'eau pour un kilomètre carré. Il est entendu que ces pluies ont un caractère orageux, qu'elles ne tombent pas avec une égale répartition sur une vaste région. Tout de même, *cette eau ne s'évapore pas toute*, car les chutes orageuses massives s'infiltrent rapidement dans le terrain qui semble, en Somalie et sur de vastes surfaces, perméable. Donc, si l'on suppose répartie en arrosages et sur un hectare seulement, la pluie qui tombe sur 1 km. carré (100 hectares), ou même sur 10 km. carrés (1.000 hectares), le calcul montre que l'on pourra irriguer autant que l'on voudra, quelques hectares de jardins potagers.

La première préoccupation qui doit dominer les autres, en pareille matière, est l'établissement d'*un programme* de recherche d'eau souterraine. Il faut que l'on puisse dire un jour, « ce qu'il fallait faire, nous l'avons fait ».

Réussir, nous le devons, pour ceux qui viendront après nous.

Marcel RIGOTARD,

Ingénieur agronome, Ancien chef du Service de l'Agriculture et des Forêts de la Réunion.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences Mathématiques

Bulletin of the American Mathematical Society. (Edité par R.-E. LANGER, P. ALTHAUS SMITH, SAUNDERS MAC LAM, E.-B. STOUFFER). *Vol*, 51, *n*° 12 (*Décembre* 1945).

L'organe de la Société Mathématique américaine rassemble, comme on le sait, les communications qui sont faites à cette Société. Le fascicule actuel correspond au mois de décembre dernier, contient 23 articles de 4 à 5 pages chacun. On constate que cette production est substantielle, en la comparant aux apports mathématiques rassemblés dans quatre numéros successifs de nos Comptes Rendus : et c'est là une chose importante à dire si nous ne voulons pas, en mathématiques comme dans beaucoup d'autres branches de la Science, être distancés à bref délai. Les principaux thèmes sont de nature algébrique (théorie des formes, matrices), analytique (théorie des fonctions), ou géométrique (études sur la topologie, sur les congruences, sur diverses catégories d'espaces). Ce seul numéro suffit à éveiller l'idée d'une activité mathématique très intense.

G. BOULIGAND.

2° Sciences Physiques et Chimiques

CATTELAIN (E.). — **L'Ypérite ou Gaz Moutarde.** — 1 *vol. in*-8° *de* 111 *pages*. Edit. G. Doin et Cie, 8, *Place de l'Odéon, Paris* (*VI*e). (Prix : 50 fr.).

Il est inutile de présenter à nos lecteurs M. E. Cattelain, excellent vulgarisateur et auteur du très vivant manuel « *Pour comprendre la Chimie moderne* », qui a reçu, de la part du public lettré, le plus accueillant succès.

Le présent ouvrage, *qui a été interdit par la censure*, expose tout ce qu'il faut savoir et que l'on ne peut ignorer sur le « Roi des gaz de combat » dont on a tant parlé et que l'on connaît si peu et si mal. Tirée à un petit nombre d'exemplaires, cette publication groupe, sous un volume relativement réduit, un nombre considérable de documents épars dans les publications françaises et étrangères les plus diverses.

Ce clair travail de synthèse, écrit d'une façon magistrale et très sûre par un spécialiste longtemps attaché à la « Direction des Etudes et Expériences chimiques de guerre », sera lu avec grand intérêt et beaucoup de profit par toutes les personnes possédant une culture moyenne qui, sans effort, pourront en assimiler la matière.

S. R.

NAHMIAS (M.-E.). — **Le cyclotron. La désintégration de la matière et la radiobiologie.** — Préface de F. Joliot. — 1 *vol.* 1-254 *p.*, et 24 *planches hors-texte. Paris*, 1945. Editions de la Revue d'optique théorique et instrumentale.

Le cyclotron est un appareil accélérateur de particules lourdes électrisées, ions, protons, deutons, hélions, pouvant leur faire acquérir des énergies considérables les rendant capables de désintégrer les éléments chimiques soumis à leurs chocs. En particulier, lorsque les projectiles sont des deutons et la cible du béryllium le cyclotron permet d'obtenir par effet secondaire une émission de neutrons intense.

Le cyclotron a été mis au point par le physicien américain E.-O. Lawrence et de nombreux collaborateurs de 1930 à 1936. Depuis cette époque, environ quarante grands laboratoirès dont plus de vingt aux Etats-Unis, ont construits des cyclotrons dont le plus célèbre est le cyclotron n° 8 de E.-O. Lawrence de plus de 4.000 tonnes. Deux cyclotrons existent en France, celui construit par M. F. Joliot et ses collaborateurs au Collège de France et celui construit par M. Nahmias au centre anticancéreux de Marseille.

Le principe de la méthode du cyclotron, consiste à imprimer dans le vide une trajectoire circulaire à des particules électrisées par le moyen d'un champ magnétique intense et à accélérer leur mouvement à chaque demi tour par l'action d'une tension électrique de haute fréquence, synchronisée avec la période du mouvement de révolution, et agissant en deux points diamétralement opposés de l'orbite circulaire. Dans ces conditions, celle-ci ne se referme pas et les particules électrisées décrivent des trajectoires en spirales divergentes de rayon croissant. Par suite, le cyclotron se compose essentiellement d'une boîte cylindrique en laiton dans laquelle on peut faire un vide élevée et, placée entre les pièces polaire horizontales d'un électro-aimant, produisant un champ de plusieurs milliers de gauss. A l'intérieur de la boîte se trouvent deux électrodes creuses ayant la forme de la lettre D (ou dees) sur lesquelles est appliquée la tension de haute fréquence synchronisée. Au centre de la

boîte, se trouve le dispositif producteur d'ions, une chambre latérale contient la cible à désintégrer sur laquelle un déflecteur dirige les ions accélérés. La construction d'un cyclotron pose un grand nombre de problèmes techniques. M. E. Nahmias, qui a travaillé un an au laboratoire du professeur Lawrence et ensuite à la construction du cyclotron du Collège de France, nous précise dans son livre, l'origine de ces problèmes et nous indique les solutions que la construction des principaux cyclotrons leur a donné : réalisation d'un champ magnétique intense et stable, réalisation d'un poste de haute fréquence à grande puissance donnant le voltage convenable sur les dees, réalisation de la focalisation du faisceau dans le plan médian des dees par les champs électrique et magnétique, réglages de la source d'ions et, des cibles, équipement pour le vide et dispositifs de sécurité. Les nombreuses utilisations du cyclotron en physique, notamment pour la production des éléments radioactifs artificiels et en biologie et médecine, sont également exposés brièvement par M. E. Nahmias.

Trois appendices importants complètent ce livre, et exposent le premier les techniques d'accélération de particules autres que le cyclotron : générateurs de haute tension du type de Van de Graaff, tubes accélérateurs, générateurs accélérateurs (bétatron, rhumbatron), le second des questions théoriques ou techniques complémentaires et le troisième donne une table très complète des éléments chimiques stables ou radioactifs, avec leurs masses atomiques, constitution et proportionnalité isotopiques, émission et périodes radio-actives.

Une bibliographie importante termine ce livre qui est illustré par 24 planches représentant les principaux cyclotrons et autres appareils accélérateurs de particules électrisées ainsi que leurs pièces et accessoires les plus importants.

G. P.

3° Sciences Naturelles

MAGROU (Joseph), *Chef de Service à l'Institut Pasteur.* — **Des orchidées à la pomme de terre. Essai sur la symbiose.** — I *vol. in*-12, 203 *p.*, 22 *fig.*, 12 *pl.*, 1943, *Gallimard, Paris.*

Des études commencées par Noël Bernard, avec une rigueur scientifique rarement égalée et brusquement interrompues par sa mort (1911), ont été reprises depuis. Il a été établi, ainsi que l'expose l'auteur, que chez la pomme de terre, comme chez les orchidées, les tubercules se forment quand la pression osmotique à l'intérieur des cellules dépasse une certaine limite. Or, cet accroissement de pression se trouve réalisé par l'action de champignons vivant en symbiose avec la racine : ces champignons en effet, saccharifiant, l'amidon du suc cellulaire en élèvent la concentration jusqu'à un degré favorable à la tubérisation.

Cette augmentation de la pression osmotique est également produite par la fumure du sol où plongent les racines et par diverses autres causes.

D'autre part, si la plante réagit et ne tolère pas les champignons (mycorhizes) il n'y a pas formation de tubercules.

Si, dans cette courte analyse, nous donnons plus de place à la tubérisation de la pomme de terre, laissant les orchidées dans l'ombre où elles se plaisent en général, tout ce qui est dit à leur sujet présente un intérêt puissant au point de vue scientifique et horticole (1). A lire les cent quatre-vingts pages de cet ouvrage, les étudiants s'instruiront, les maîtres trouveront matière à discussion, les agriculteurs comprendront mieux certaines conditions qui régissent la culture de la pomme de terre et la lutte contre les dégénérescences. Souhaitons à ce livre une large diffusion.

Marcel RIGOTARD,
Ingénieur agronome, ancien chef en Service de l'Agriculture et des Forêts.

RINGOET (A.), Inspecteur de l'Institut National pour l'étude agronomique du Congo belge. — **Note sur la culture du Cacaoyer et son avenire au Congo belge.** *Publication de la série technique n°* 28, 1944, *avec appendice : projet de culture mixte Cacaoyer-hevea, par* A. Hacquart, *in*-8°, 81 *pages*, 6 *figures*. Prix : 36 fr.

Cette « note » intéressera tous ceux qui cultivent le cacaoyer. Bien qu'il s'agisse de plantations à faire au Congo belge, l'auteur y expose des idées et des méthodes qui peuvent donner lieu à d'utiles discussions. Pour ne considérer que la question — si discutée — de l'ombrage, il est préconisé l'utilisation de lignes d'*hevea*. Cette conception doit être certainement la plus avantageuse sous le climat et dans les conditions considérées ; elle est nouvelle et surprend quelque peu ; cependant les arguments mis en avant font ressortir l'importance des deux récoltes simultanées. L'exploitation sera-t-elle aussi économique que s'il s'agissait de deux cultures nettement séparées ? La récolte du latex par les saigneurs sera-t-elle aussi rapide sur de longs parcours que sur un massif dense d'hevea, comme en Indo-Chine par exemple ? Cette objection n'enlève rien à l'intérêt de l'étude de M. Ringoet dont l'expérience personnelle est fondée sur des faits qu'il a su présenter avec beaucoup de clarté.

M. R.

(1) Dans le même ordre d'idées, combien de germinations et de développements et plantes coloniales fourniraient matière à d'intéressantes études (Mimusops imbricarria, et Mimusops calophylloïdes, arbres de la Réunion qui se raréfient de plus en plus, pour ne citer que ces exemples).

4° Sciences Médicales

CAULLERY (Maurice). — **Biologie des Jumeaux.** *Presses Universitaires de France.*

Maurice Caullery qui a longtemps occupé la chaire illustrée par Giard, montre combien l'enseignement de l'embryologie peut rationnellement éclairer les déviations du développement de l'organisme, sans recouvrir à des hypothèses ténébreuses.

R,P.

NEGRE (A.) et **ROUQUET** (F.). — **Précis de technique radiologique.** — G. Doin et Cie, édit., *Paris*, 1943, 314 *p.*, *illustr.*

Le Professeur Didiée indique dans la préface de cet intéressant volume que « le fait radiologique ne peut naître que par l'intermédiaire d'une élaboration instrumentale » et que « sans bonne technique il ne peut être fait de bonne radiologie ». Ce guide de l'exploration radiologique s'impose comme un merveilleux outil de travail. Tout ce qu'il est nécessaire de connaître des méthodes d'examen utilisées dans le radio-diagnostic est exposé avec clarté : des notions de physique théorique permettant de comprendre le fonctionnement des appareillages s'ajoutent aux descriptions et indications pratiques de l'instrumentation indispensable et à son dépannage éventuel.

L'utilité de ce volume sera appréciée aussi bien du spécialiste manipulateur voulant faire lui-même ses radiographies que du clinicien soucieux d'interpréter une image radiologique, lisible et génératrice de conclusions que si l'on s'est bien pénétré des règles qui ont permis de l'obtenir. D'excellents schémas, particulièrement explicites, complètent un texte sans reproche. R. SALGUES.

VERNES (Arthur). — **Mesure et médecine.** *Editeur Flammàrion.*

Arthur Vernes depuis son internat dans les hôpitaux de Paris, s'est attaché avec une admirable ténacité, à la mesure des réactions humorales pathologiques. Non seulement, son exemple n'a pas été imité mais des oppositions se sont dressées contre cette alliance de la médecine avec les sciences claires et précises. Dans notre Revue, il est nécessaire de proclamer bien haut qu'Arthur Vernes a ouvert la voie la plus féconde de la médecine moderne. Il convient à notre époque de ne plus romancer les faits que livre la clinique courante et d'appliquer au lit du malade et au laboratoire des mensurations physiques ou chimiques.

René PORAK

5° Art de l'Ingénieur

GUILLET (L.). — **Les alliages métalliques.** 1 *vol.* 11×17,5 de 136 *p.*, *de la collection* Que sais-je ? *Presses Universitaires de France, Paris*, 1945.

Sans doute s'agit-il là de l'un des derniers ouvrages du savant éminent dont la mort récente a mis en deuil le comité de rédaction de la *Revue.*

Spécialiste des problèmes métallurgiques, M. Guillet a su condenser, en quelques pages, l'essentiel des données les plus modernes sur la question des alliages métalliques. Aussi, quoi qu'elle soit principalement destinée à la vulgarisation, son étude pourra-t-elle rendre également service aux techniciens auxquels elle offrira, sous une forme résumée, une abondante documentation.

Le début de l'ouvrage traite de la fabrication des alliages, de leur constitution et de leurs propriétés générales. Les chapitres suivants sont respectivement consacrés à l'étude des alliages du fer, du cuivre, de l'aluminium, du magnésium, du zinc, de l'étain, du plomb, du nickel, du cobalt, du mercure, de l'argent, de l'or, du platine et du glucinium. Philippe TONGAS.

MASSON (M.). — **Cours d'entreprise de travaux publics.** 2e *édition* ; 1 *vol. in-8 de* 295 *p.*, *Paris, Eyrolles*, 1946.

Cet ouvrage reproduit un cours professé à l'Ecole spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie.

La première partie en est consacrée à des généralités sur l'*entreprise* ainsi qu'à des notions sur les divers types de *marchés de travaux publics.* La deuxième partie, la plus développée, consiste en une étude très complète des *soumissions de prix* ; elle est illustrée de nombreux exemples dont la variété et la forme vivante nous ont paru d'une valeur pédagogique certaine. Enfin, l'*exécution et le règlement des travaux* forment le sujet de la troisième partie.

L'ensemble constitue un exposé sérieux et consciencieux qui, tout en se rapportant plus spécialement à l'entreprise de travaux publics, peut aussi être utile à un entrepreneur de bâtiments, notamment pour tout ce qui concerne les questions de prix. Philippe TONGAS.

SADOUL (G.). — **L'invention du cinéma 1832-1897.** 1 *vol. in-8 de* 362 *p. avec* 143 *fig.* ; *Paris, Denoël*, 1946. (Prix, broché : 395 fr.).

M. G. Sadoul a entrepris une *Histoire générale*

Cinéma dont trois volumes — nous dit-il dans ivertissement du premier d'entre eux, objet de présente analyse — sont déjà rédigés et qui, si ous avons bien compris, doit en comprendre cinq ı total.

Ce premier tome est divisé en deux parties : L'une traite de l'invention des appareils ; elle ébute par la description du phénakisticope, onstruit en 1832 par le savant belge Plateau en ui l'auteur voit le précurseur du cinéma moderne ; le expose, chemin faisant, les recherches et les avaux de Marey, Reynaud, Edison, Pathé, autres encore ; elle s'arrête en 1895, après un iapitre consacré au cinématographe des frères umière, chapitre dans lequel il est, notamment, endu compte d'une séance de projection, parmi s toutes premières, « qui se tint le 11 juillet 1895, Paris, dans les salons de la *Revue Générale des ciences* devant un public d'invités. »

Dans la seconde partie, l'auteur retrace l'histoire es premiers spectacles de vues animées et il y onsacre, en particulier, de longues pages à G. Meès, « créateur du spectacle cinématographique ».

Soigneusement présenté et complété par de ombreuses illustrations, cet ouvrage très documenté est écrit dans un style agréable, concourant accroître l'intérêt et le plaisir qu'on éprouve sa lecture.

Philippe TONGAS

6° Divers

onquérants de la science. — 1 *vol. in-8° de* VII-184 *p.*, de la collection « Les Grands Destins », Editions O. Lesourd, *Paris*, 1945. (Prix, broché : 125 fr.).

« C'est par la lecture des travaux des inventeurs ue la flamme sacrée de l'invention s'allume et entretient » a remarqué Pasteur. Telle est la ensée qui a inspiré M. O. Lesourd, l'animateur e la collection dans laquelle paraît cet ouvrage, t qui l'a conduit à y rassembler une première érie de quatorze études consacrées, sous diverses gnatures, à la vie de grands savants. (Archiıède, Gutemberg, Paracelse, Copernic, Bernard 'alissy, Ambroise Paré, Galilée, Denis Papin, Vewton, Réaumur, Buffon, Condorcet, Lavoi'er, Cuvier).

Ceux qui, selon M. Lesourd, méritent le titre e conquérants de la science, c'est à la fois, nous it-il dans son introduction, ceux qui ont *découert* non les phénomènes en eux-mêmes, mais les elations qui les unissent les uns aux autres, et eux qui ont *inventé*, qui, ajoutant les efforts de eur imagination aux lois de l'univers, ont illustré et adage de Bacon qu'on ne commande point à a nature, sinon en lui obéissant.

On peut assurément discuter les termes de cette définition ou même, l'admettant, contester qu'elle s'applique à celui-ci mieux qu'à tel autre qui n'est pas mentionné.

Quoi qu'il en soit, c'est avec intérêt qu'on lit ces biographies attachantes dont, assurément, maints éléments sont déjà bien connus, mais dans lesquels les auteurs se sont particulièrement attachés à mettre en relief le caractère profond de l'homme et les vertus singulières qui l'ont conduit vers un exceptionnel destin.

Philippe TONGAS.

SAPPER (Dr Karl), *professeur à l'Université de Wurzbourg.* — **L'Alimentation de l'Humanité Son économie. Sa répartition. Ses possibilités.** Traduit de l'allemand par le Dr George Montandon, professeur d'ethnologie à l'école d'anthropologie. — 1 *vol. in-8° de la* Bibliothèque Scientifique, 220 *pages*, 1 *carte*, *Paris*, *Payot*, *éditeur.* (*Prix* 45 *fr.*)

Cet ouvrage ne traite pas comme on pourrait le croire, des grandes cultures qui alimentent l'humanité, mais des sols cultivables. Il intéresse à la fois les géologues, les botanistes et les sociologues.

Les divers chapitres traitent des conditions naturelles des sols et de l'érosion, des conditions géographiques et préhistoriques de l'alimentation, des principales modalités alimentaires et de leur influence sur le sol.

On est heureux de retrouver là des indications qui concordent parfaitement avec celles des auteurs français sur la dégradation et la ruine des sols tropicaux par les agriculteurs noirs qui dévastent les forêts et incendient périodiquement la savane. Ce que font les Noirs est différent de ce que font les Blancs, mais le résultat est le même, puisque les méthodes américaines ont déjà détruit aux Etats-Unis 150.000 kilomètres carrés de terrains autrefois cultivables. C'est un cri d'alarme qu'il faut ajouter aux autres.

Les derniers chapitres, plus théoriques, traitent de la lutte contre les famines et de la mise en valeur systématique du globe.

ERRATUM

Revue des Sciences, N° 3 1946.

Article Jean ABELÉ. — Page 75 1re colonne, 27e ligne : *lire* OX *au lieu de* OZ,

Page 75, 2e colonne, 12e ligne : *lire* OX *au lieu de* OZ.

Page 76, à la formule (7) *lire :*

$$z = \cos \text{arc tg} \left[\alpha \text{ tg } \alpha (t - t_0) - \beta \right] - \frac{1}{3} \beta \sin^3 \text{arc tg}$$

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 décembre 1944

H. Devaux : *La cristallisation des substances en solutions étendues sur le mercure* : La cristallisation des sels de divers métaux ; Sulfates de cuivre, de zinc, de fer, de magnésium, de sodium s'effectue encore sous une épaisseur extrêmement faible ne comprenant qu'un petit nombre de molécules. Les lames formées par une gouttelette de ces solutions montrent une zone de cristaux dans les parties épaisses et une zone sans cristaux dans les parties minces, monomoléculaires dans leurs régions les plus minces. — **A. Roussel** : *Sur un procédé de traduction analytique de propriétés arithmétiques.* — **D. Wolkowitsch** : *Sur la géométrie des masses et son application à la géométrie des coniques et aux intégrales multiples.* — **F. Charron** : *Le problème du coin d'huile.* — **E. Brun** et **M. Vasseur** : *Ecoulements laminaires dans le cas où la viscosité du fluide varie suivant le lieu.* — **J.-L. Destouches** : *Sur la théorie du nucléon ; le spin isotopique et les forces nucléaires.* — **R. Murard** : *Définition de quelques types de corpuscules, application au nucléon.* — **P. Vernotte** : *Dérivation des courbes expérimentales.* — Mlle **Gaultier du Marache** : *Nouvelle méthode d'étude d'une émulsion photographique. Pouvoir résolvant.* — **E. Durand** : *Calcul du champ créé par le mouvement d'une charge électrique.* — **L. Giraut-Erler** : *Titrage potentiométrique différentiel ; comparaison du montage à électrode en verre avec le montage à électrodes à hydrogène.* — **R. Lombard** : *Obtention d'un nouvel acide résinique, l'acide dextrosapinique.* — **Buu-Hoï, Hiong-Ki-Wei, A. Lacassagne, J. Lecoq** : *Nouveaux dérivés du stilbène et du triphényléthylène.* — **R. Leboime** : *Un nouveau procédé de séparation et d'isolement des Diatomées.* Extraction par centrifugation utilisant une solution de borotungstate de cadmium. — Mme **C. Sosa-Bourdouil** : *Sur un cas singulier de variation désordonnée dans les fleurs du Matthiola.* — **A. Fardy** et **H. Hitier** : *Hybrides triples haploïdes obtenus à partir de trois espèces de Nicotiana et transformation de ceux-ci en hybrides diploïdes par l'action de la colchicine.*

Séance du 13 décembre 1944

A. Cotton et **P. Manigault** : *Sur la réalisation des lames auxiliaires employées dans les recherches faites avec la lumière polarisée* : Conditions d'emploi des lames quart d'ondes. Utilisation de lames auxiliaires en matières plastiques. — **P. Pascal** et **A. Pacault** : *Précisions sur la systématique magnétochimique* : Etude systématique de l'influence des liaisons éthyléniques. Examen du cas des urées. — **P. Lévy** : *Dérivation, intégration et équation différentielles stochastiques.* — **R. Brard** : *Sur la répartition du tourbillon dans un écoulement turbulent statistiquement permanent.* — **B. de Jekhowsky** : *Sur la suppression des approximations successives dans la méthode de Lagrange-Andoyer de détermination des orbites paraboliques.* — **J. Gauzit** et **P. Proisy** : *Détermination de la température de couleur des étoiles à l'aide d'un dispositif utilisant la dispersion rotatoire* : Utilisation de la méthode du leucoscope de I.-G. Priest. — **C. Bory** : *Sur la convection naturelle par les fils.* — **H. Parodi** : *Calcul des consommations d'énergie dans les systèmes de moteurs primaires fonctionnant à charge variable.* — **M. Pauthenier, G. Truffaut, M. Dubois** et **P. Hampe** : *Sur le poudrage électrique des végétaux* : Amélioration importante de la qualité et de la régularité de la fixation des poudres par ionisation préalable. — **C. Guillaud** : *Propriétés ferromagnétiques des composés $MnNi^3$ et Fe^3C.* — **F. Carbenay** : *Enregistreurs statistiques asservis.* — **L. Leprince-Ringuet** et **M. Lhéritier** : *Existence probable d'une particule de masse $990M_0$ dans le rayonnement cosmique* : Des clichés de bonnes qualités indiquent l'existence d'une particule positive de masse (990 ± 12 %) M_0 dans les rayons cosmiques. — **J. Mathieu** : *Un anhydride trans-annulaire : l'anhydride de l'acide mésodihydro-anthracène dicarboxylique.* — **A. Etienne** : *L'action du bromure de phénylmagnésium sur les azanthracènes-α.* — **M. Godard** : *Radiation solaire et échauffement de la surface du sol* : Etude de l'amplitude des variations de la température de la surface du sol sous l'action d'intensités différentes de la radiation solaire. — **P. Dangeard** : *Observations sur la structure des chloroplastes.* : Mise en évidence et étude des grana. — **R. David** : *Essais de printanisation de diverses céréales.* — **L. Ziéglé** : *Etats cytoplasmique chez un Thécamœbien, la cryptodifflugia oviformis Pén.* ; *l'ectoplasme en milieu homogène.*

Séance du 27 décembre 1944

P. Pascal et **A. Pacault** : *Nouvelles précisions sur la systématique magnétochimique* : Caractères de la dépréciation diamagnétique due à la cyclisation. — **G. Denigès** : *Réglementation et extension de la réaction de Jürgens pour l'aconitine.* —

Blanc : *Sur une généralisation des domaines* *paisseur constante.* — **A. Licherowicz** : *Sur la* *nposition de seconde espèce et les fonctions de* *hmidt.* — **Y. Martin** : *Sur une classe de déve-* *pements en séries.* — **N. Arpiarian** : *Polynomes* *gonométriques orthogonaux relatifs à une ellipse* *foyers* (— 1, + 1). — **P. Dubois, A. Dumez** : *r la détermination cinématique de la dureté à* *ide d'un cône.* — **E. Arnous** : *Les caractéris-* *ues, selon Cauchy, des équations d'évolution des* *rticules à spin et l'équation relativiste de Jacobi.* **L. Bloch** : *Sur la relation de Uhlenbeck et La-* *rte pour le photon.* — **P. Vernotte** : *La loi de la* *nvection naturelle. Les divers régimes de convec-* *n.* — **A. Couder** : *Sur un cas de diffraction* *ériodique. Application.* — **D.-G. Dervichian** : *sai d'interprétation des phénomènes de gonfle-* *nt et de coacervation.* — **C. Crussard** : *Influence* *grain d'un métal sur la vitesse de fluage.* — **J.** **athieu** : *Quelques dérivés mixtes de l'acide méso-* *dro-anthracènedicarboxylique cis.* — Mlle **S. Cail-** **re** et **M.-S. Hénin** : *Sur l'origine de quelques* *omalies présentées par les courbes thermiques de* *taines montmorillonites.* — **H. Mineur** : *Sur* *chaîne de Markoff constituée par la succession des* *urs avec et sans pluie* : La chaîne étudiée est ordre très élevée (au moins sept). — **R. Scri-** **n** : *Sur la tige et les frondes de Sphenopteris* *iata Gothan.*

Séance du 3 janvier 1945

M. Caullery : *Variation de l'âge académique* *oyen au cours du dernier demi-siècle* (1895-1945) *et* *mparaison avec l'année* 1845 : Il y a eu dans le rnier demi-siècle un relèvement net, régulier et néral, tant de l'âge moyen que de l'âge d'élec- on. — **G. Bertrand** et **D. Bertrand** : *Présence* *nérale du rubidium chez les animaux.* — **M. Kras-** **er** : *Théorie de la ramification dans les extensions* *nies des corps valués.* — **R. Risser** : *Sur l'équa-* *on caractéristique des surfaces de probabilités.* — **. Bouvaist** et **V. Thébault** : *Application des* *terminants à la géométrie du tétraèdre.* — **L. Es-** **unde** : *Calcul des chambres d'équilibre multiples* *section variable et à étranglement par la méthode* *F.* — **O. Yadoff** : *De l'amélioration des mesures* *hautes tensions au moyen des éclateurs à sphères* *unis des disques égalisateurs de champs.* — **J.** **rochard, P. Jacquinot, P. Pluvinage** : *Sur* *effet Zeeman des raies interdites de l'hélium. Rôle* *s champs électriques inter-atomiques.* — **R. Tré-** **in** : *Absorption du sulfate de Nickel* SO^4Ni, $6H^2O$ *adratique dans le proche ultra-violet.* — **J. Le-** **omte** : *Spectres d'absorption infra-rouge de cé-* *nes aliphatiques et leur interprétation* : Trois axima d'absorption de positions assez constantes ractérisent la fonction cétonique. — **J. De-** **vaux, A. Guinier** : *Sur l'analyse élémentaire des corps organiques par la mesure des coefficients d'absorption des rayons X.* — **P. Lachampt** : *Relation entre le renversement des émulsions et les changements de phase des savons.* — **C. Dufraisse, J. Baget** : *L'union labile de l'oxygène au carbone. Influence des cyclisations supplémentaires sur les arylanthracènes* : photo oxydation du phényl-cœroxène. — **R. Calas** : *Amino-alcools à noyau naphtalénique* : Influence du noyau sur la structure spatiale des substituants dans la chaîne latérale. — **Buu-Hoï, Hiong-Ki-Wei, R. Royer** : *Dérivés nouveaux des benzophénarzasines.* — **R. Michaud** : *Sur l'absence de la raie de grand espacement dans les diagrammes aux rayons X des fractions argileuses de certains sols.* — **R. Gautheret** : *Remarques sur la formation des méristèmes secondaires dans les tissus végétaux cultivés* in vitro. — **A.** et **R. Sartory** et **B. Würtz** : *Sur quelques variations morphologiques provoquées chez Sterigmatocystios nigra Cramer* 1859. — **H. Belval** et Mlle **S. Lemoyne** : *Structure et composition glucidique des tubercules de Topinambour.* — **C. Clémencet** : *Sur une forme nouvelle d'orge à deux rangs.* — **L. Blaringhem** : *Remarques au sujet de la note de M. Clémencet* : Il s'agit d'une mutation type par condensation de grappe et torsion. — **M. Abeloos** : *Evolution par variation du nombre des phases de croissance chez les mollusques limaciens.* — **J.-J. Bounhiol** : *La rétention, expérimentalement provoquée, dans les tubes de Malpighi entrave la nymphose des chenilles du Bombyx Mori L.* — **G. Arragon, J. Mainil, R. Refait, H. Velu** : *Dissociation d'Eremothecium Ashbyii Guillermond.*

Séance du 8 janvier 1945

P. Lejay : *Générateur d'impulsions à bords abrupts ; application à l'étude de l'évolution des spectres de gaz après excitation.* — **L. Lumière** : *Nouveau dispositif permettant le rétablissement de la vision normale sans accroissement dimensionnel des images rétiniennes dans la compensation de l'aphakie résultant de l'opération uni- ou bilatérale de la cataracte.* — **E. Blanc** : *Correspondance entre les frontières d'un ensemble et de son R-adjoint. Ensembles R-complémentaires.* — **M. Parodi** : *Sur les propriétés de deux équations intégrales.* — **A. Braun** : *L'expression du frottement tangentiel dans les fluides visqueux en période d'échauffement ou de refroidissement.* — **H. Mineur** : *Sur la détermination de l'apex au moyen des mouvements propres.* **J. Demarquay** : *Nouvelle méthode pour l'étude de la dilatation des corps aux températures élevées. Dilatation du tungstène et du molybdène.* — **R. Leroy** et **E. Vaulot** : *Sur la proportion d'appels perdus dans certains systèmes de téléphonie automatique ne permettant dans un groupe d'organe qu'une*

seule exploration simultanée. — **R. Tréhin** : *Pléochroïsme du sulfate de nickel dans le proche ultraviolet.* — Mlle **L. Couture** : *Spectres de vibration des carbonates orthorhombiques naturels* : Etude expérimentale de la cérusite. — **A. Horeau** : *Méthode de dosage de l'iode dans les substances organiques* : Utilisation du manganite de potassium. — **M. Chaigneau** : *Pyrogénation dans le vide des salicylates de zinc, de cadmium, de cuivre et de fer bivalent.* — **A. Guinier** : *Chambre de diffraction de rayons X pour la détermination des textures cristallines.* — Mlle **A. Dusseau** : *Les effets de la tétraploïdie chez le Sorgho sucrier* : Il y a un net enrichissement en sucre des tétraploïdes. — **E. Kahane**, Mlle **J. Lévy** : *Sur les principes choliniques du lait et sur leur répartition entre les globules gras et le plasma.* — **P. Ancel** : *Sur les facteurs de l'achondroplasie.*

Séance du 15 janvier 1945

Ky Fan : *Généralisation du théorème de M. Khintschine sur la validité de la loi des grands nombrepour les suites stationnaires de variables aléatoires.* — **V. Thébault** : *Sphères de Taylor du tétraèdre.* — **F. Bertaut** : *Sur la validité du théorème d'Ehrenfest en mécanique ondulatoire de Dirac.* — **H. Mineur** : *Etude théorique du mouvement séculaire de l'axe terrestre.* — **L. Bloch** : *Remarques sur la nouvelle théorie de la lumière.* — **N. Cabrera** : *Sur l'oxydation de l'aluminium.* — **A.-A. Guntz** : *Emploi du papier ozalid pour les enregistrements photographiques.* — Mme **R. Duval** et **C. Duval** : *Microdosages volumétriques par la méthode électrodifférentielle.* — **H. Prat, E. Calvet** : *Sur le dégagement de chaleur manifesté au cours des premiers stades de l'hydratation des graines* : Une thermogenèse physico-chimique est suivie d'une thermogenèse biologique. — **R. David** : *Essais de printanisation de diverses espèces de végétaux cultivés* : Résultats d'essais sur diverses espèces de plantes potagères et industrielles : laitue d'hiver, radis, navet, pomme de terre, tomate, soja, ricin, betterave, colza. — **H. Hitier** et **A. Fardy** : *Descendances d'espèces tétraploïdes et d'hybrides interspécifiques amphidiploïdes du genre nicotiana.* — **R. Deschiens** : *Sur les propriétés anthelminthiques de certains sels de métaux alcalins et alcalino terreux.*

Séance du 22 janvier 1945

E. Esclangon : *Sur les mouvements propres des étoiles et la rotation de la galaxie* : Analyse des mouvements propres dans le plan galactique. — **R. Souèges** : *Embryogénie des Ombellifères. Développement de l'embryon chez l'Apium inundatum Reichb.* — **L. Lapicque** : *Répartition par échelons des poids encéphaliques relatifs chez les Vertébrés* : Classification des familles naturelles d'après les poids de l'encéphale et du corps en utilisant un réseau logarithmique. — **A. Blanc-Lapierre, R. Brard** : *La loi forte des grands nombres pour les fonctions aléatoires stationnaires continues.* — **C. Bertaud** : *Magnitude absolue des novæ galactiques.* — **N. Stoyko** : *Sur la variation de la vitesse apparente des ondes courtes.* — **J. Terrien** : *Sur la transmission des monochromateurs.* — **R. de Malleman** et **F. Guillaume** : *Variations des rotations magnétiques des ions nitriques et sulfuriques dans les solutions aqueuses.* — **M. Frilley**, **Tsien San-Tsiang** : *Le spectre L de fluorescence du Ra D.* — **H. Guiter** : *Influence du pH sur la composition et l'aspect physique des molybdates d'ammonium.* — **C. Dufraisse** et **J. Baget** : *Sur la préparation du phénylcœroxène.* — **V. Chorine** : *Action de l'amide nicotinique sur les bacilles du genre Mycobactérium* : l'amide nicotinique utilisée à des doses élevées possède une action curative très nette dans la lèpre mucrine et dans la tuberculose du cobaye.

Séance du 29 janvier 1945

M. Javillier : *Notice nécrologique sur Maurice Nicloux.* — **G. Reboul** et **G. Vassails** : *Sur une anomalie présentée par les gaz soumis à l'action de diverses causes ionisantes.* — **G. Wormser** : *Sur les nombres premiers représentables par des polynomes du second degré.* — **P. Samuel** : *Sur les tenseurs à dérivées covariantes nulles.* — **R. Silber** : *Sur une mécanique des fluides compressibles basée sur le remplacement du champ de vitesse par le champ de quantité de mouvement.* — **J. Bass**, **G. Dedebant, P. Wehrlé** : *Sur la connexion aléatoire d'un fluide. Application à la turbulence.* — **L. Viaud** : *Sur le coefficient de résistance d'un cylindre circulaire d'envergure infinie dans un écoulement turbulent rapide.* — **E. Selzer** : *Irrégularités permanentes des courants supposés continus.* — **J. Mattler** : *Variation du nombre de décharges en fonction du flux lumineux dans les compteurs de photons.* — Mlle **M.-L. Delwaulle** et **F. François** : *Contribution à l'étude des chlorobromures du titane tetravalent.* — **Buu-Hoï** et **Hiong-Ki-Wei** : *Isologues oxygénés et soufrés d'hydrocarbures de la série du stilbène.* — **P. Cordier** : *Sur un mode de préparation du nitrile β-phényl-propionique.* — **P. Bernard** : *Variation, au cours du cycle solaire, de l'intervalle de temps entre les éruptions chromosphériques et les perturbations magnétiques terrestres.* — **P. Dangeard** : *Sur un genre nouveau de chlorophycées épiphytes d'eau douce (Ectogerron Elodœ nov. gen., nov. sp.).* — Mlle **S. Bazin** : *Influence des anions sur la pénétration de diverses substances basiques dans la cellule végétale.* — **R.-G. Busnel, A. Pelou** et **M. Polonovski** : *Rôle d'un fluorescyanine-ferment dans la respiration cellulaire des vertébrés inférieurs.*

aris-Médical. 36e Année, No 20, 18 mai 1946.—M. BARIÉTY et G. THOYER : De quelques difficultés dans la surveillance des tuberculeux traités par pneumothorax. — J. LOUVEL : Bain oxy-gazeux et thérapeutique veineuse. — A. OPALSKI : Un nouveau syndrome sous-bulbaire ; syndrome partiel de l'artère vertébro-spinale postérieure.

aris-Médical. 36e Année, No 21, 25 mai 1946. — J. LEREBOULLET et G. BILSKI-PASQUIER : Les maladies du sang en 1946. — P. CHEVALLIER : Les leucoses méconnues. — M. POUMAILLOUX : La neutropénie splénique primitive. — L.-C. BRUMPT : L'aleucie taxi-alimentaire.

aris-Médical. 36e Année, No 22, 1er juin 1946. — H. ROGER et M. DELAAGE : Maladie de Friedrich et hérédo-syphilis. — L. MARCHAND et J. de AJURIAGUERRA : Des formes épileptiques végétatives.

aris-Médical. 36e Année, No 23, 8 juin 1946. — J. DECOURT : Anorexie mentale et cachexie dite hypophysaire. — R. CACHERA : Les anasarques myxœdémateuses.

aris-Médical. Tome XXXVI, No 24, 15 juin 1946. — Jean LEREBOULET : Le traitement des abcès du cerveau. — Anselme SCHWARTZ : Causérie clinique.

aris-Médical. 36e Année, No 25, 22 juin 1946. — R. PIEDELIÈVRE et P. DESCLAUX : Transformations cardiaques et pulmonaires chez le fœtus du nouveau-né.

5° Art de l'Ingénieur

Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France. Fasc. 11, 12 et 13, 1946 : A. CAQUOT : L'Ecole Polytechnique et les ingénieurs. — M. CAPUS : La granulométrie.

Bulletin de l'Institut International du Froid. T. XXVI, no 111, 1945-46. — Chimie-Physique et Industries des très basses températures. — Chimie-Physique. — Fluides frigorigènes, Chaleur et Mesures. — Agents frigorigènes. — Isolation et isolants. — Mesures et instruments de mesure. — Matériel et installations frigorifiques. — Théorie et technique des machines et appareils. — Installations et essais. — Questions d'exploitation. — Questions techniques diverses. — Biologie et hygiène. — Biologie et chimie des denrées alimentaires. — Conditionnement de l'air. — Conservation des denrées périssables. — R. PLANK : L'état actuel de la classification et de l'appréciation objective des sensations de goût et d'odeur.

Bulletin de la Société Française des Electriciens. Tome VI, no 58, avril 1946. — R. LANGLOIS-BERTHELOT : Le rôle de la Société Française des Electriciens dans l'activité électrique française. — R. BRAILLARD : Les problèmes acoustiques de la radiodiffusion. — M. BALACHOWSKY : Note sur un tracé de champs électriques.

Bulletin Technique du Véritas. No 3, mai-juin 1946. — L. GUILLET : Quelques nouveautés métallurgiques. Les traitements mécaniques *(suite)*. — P. BESSON : Perspectives nouvelles en matière d'aide à la navigation maritime. — A. AUDIGÉ : Notes sur les ruptures des navires sondés. — M. CHIFRINE : Régulateur de niveau à flotteur et à double action.

Chaleur et Industrie. No 249, 27e année, avril 1946. — H. CASSONI : Sur la cinétique des réactions hétérogènes reversibles (application à la réactivité des combustibles solides) *(à suivre)*. — H. CARLIER : Sur les déformations élastiques des tuyauteries de vapeur. — H. GUILLON : Note sur le procédé cousin appliqué aux gazogènes.

Electricité. 30e Année, No 114, mars 1946. — J. CHASTAGNOL : L'électricité dans les studios de cinéma. — G. GENIN : Statistique des appareils électro-thermiques industriels. — L'énergie électrique aux U.S.A. — Les résines de polyéthylène. L'isolant qui a permis la réalisation du radar. — P. STAPFER : Progrès du chauffage par haute fréquence. — Commande électronique des moteurs. — Normalisation des prises de courant. — M. PELOU : L'énergie atomique.

Electricité. No 115, avril 1946. — R. SALLELES : Le soudage électrique par résistance. Machines électriques à souder. — M. PELOU : L'énergie atomique. — M. LALADE : L'évolution récente dans la technique des installations électriques à moyenne et à haute tension.

L'Industrie Chimique et le Phosphate réunis. Tome XXXIII, No 346, mai 1946. — A. LAMENDIN : Dosage instantané, continu et enregistré de trace de chlore dans les gaz ou dans l'air. Les engrais composés. — A. GALLO : Le Noir animal, fabrication, propriétés et emplois.

L'Industrie chimique et le Phosphate réunis. No 347, juin 1946. — H. VERGNAUD : La granulation des engrais est-elle désirable ? L'industrie de l'azote aux Etats-Unis et au Canada. — F. BARILLET : La sécurité dans les laboratoires et les fabriques de produits chimiques minéraux.

Inter-technique. 29, rue de Berri, Paris, Nos 4.800 à 4.829, 31 janvier 1946. — Etat actuel de la propulsion par Diesel et turbine à gaz. — Atlas de moteurs diesel. — Incidents de fonctionnement de moteurs diesel dûs au système d'alimentation en combustible. — Le séchage par rayonnement infra-rouge. — Chauffage par haute fréquence. — Application du chauffage par haute fréquence à la réparation des câbles de distribution d'énergie électrique. — Outil de tour pour tronçonnage des gros diamètres. — Emploi des fixations électromagnétiques pour faciliter les soudures sur tôles. — L'électronique à l'exposition de la Physical Society de Londres. — Cinéma pour enregistrement continu d'oscillogrammes. — Progrès de l'industrie chimique allemande pendant la guerre. — Les applications du caoutchouc spongieux. — Les colorants nitrés raticides. — Nouveaux produits chimiques pour l'industrie. — L'hydrogène sous forme condensée.— Nouveaux veaux produits : 2-éthanolpyridine. — L'oléate de tétrahydrofurfuryle. — Nouveaux solvants organiques. — Nouveaux produits : le propianate de cellulose. — Technique moderne de l'injection des bois. — Nos 4.130 à 4.855, 11 février 1946. — Nouveau dispositif d'injection pour moteurs Diesel. — Turbine à gaz américaine à récupération de 2.500 CV pour la propulsion des navires. — Le système de radionavigation Loran. — Wattmetre électronique. — Le graissage moderne, revue rapide des progrès récents. — Les journées d'étude des états de surface. — Les alliages légers de décolletage. — Tableau de comparaison des aciers. — Comment se rendre maître de la distorsion dans la soudure à l'arc. — La décantation accélérée par voie centrifuge. — Méthodes de fabrication d'outillages en matières plastiques. — Plastilock 500, adhésif pour métaux, bois, matières plastiques, céramiques. — Effets de bases organiques sur le caoutchouc chloré. — Les enseignements de l'équipement électrique des aviations belligérantes. Répercussions possibles sur l'équipement automobile. — Nos 4.856 à 4.883, 16 février 1946. — L'usure des cylinbres dans les gros Diesel. — Répertoire de l'industrie radioélectrique américaine. — Tubes industriels pour rayons X. — Comment calculer une installation de chauffage diélectrique par haute fréquence.— Méthode de mesure de résistances sous des impulsions de tension élevée. — Réparation des moulages de fonte grise. — Les flux en fonderie d'aluminium. — Quelques applications de la physique dans les usines génératrices d'énergie. — La trempe mécanique des engrenages. — Le betatron. — La bauxite, catalyseur de déshydrogénation. — Appareil magnétique d'agitation. — Résine synthétique et matière plastique à base de lignine. — Les applications du caoutchouc synthétique dans les moteurs. — Huiles sulfonées et détergents modernes aux U.S.A. — Sur l'hydrogénation catalytique de l'huile de colza. — Les fibres de zéine. — Condensation et givrage à l'intérieur des bâtiments. — Nos 4884 à 4.912, 28 février 1946. — Un nouveau type de redresseur pour hautes tensions. — Choix des abrasifs employés dans le décapage par sablage. — Le décapage au jet. —Trempe superficielle au chalumeau. Possibilités d'application sur pièces moulées. — Production massive de pièces d'aluminium coulées en coquille. — L'analyse polarographique des alliages d'aluminium. — Applications de l'électronique dans les insutries de travail des métaux. — Les pompes alternatives. — Rectification des trous de petit diamètre au moyen de mandrins à diamants. — Monture de sécurité empêchant la rupture des tarauds. — Le branchement des machines à souder par résistance. — Photocolorimètre absolu. — Un spectographe rapide à réseau. — Radiographie par électrons secondaires. — Utilisation du soufre provenant de charbons fortement sulfureux. — La carboxyméthylcellulose. — La protection cathodique des tuyaux. — La corrosion dans l'alkylation fluorhydrique. — Un tissu de plume.

La France Energétique. Tome V, Nos 1 et 2, 1946. — J. THIBAUD : L'Energie interne des noyaux atomiques et ses applications. — M. SERRUYS : La Carburation dans les moteurs à explosion : I. Généralités et considérations théoriques sur la carburation dans les moteurs à explosion. — J. VILLEY : II. La carburation par transvasements. — J. JALBERT : III. Les avantages de l'injection pneumatique. — IV. Communication de M. FABIAN. — E. BIARD : L'utilisation des combustibles gazeux, les brûleurs à « induction ». — A. DESPLANCHES : Le chauffage thermodynamique et ses économies. — J. MOLINIÉ : Le Gaz dans l'industrie céramique. — Ed. BRUN : Coefficients de conduction thermique. — N. SIVOLOBOV : Point d'ébullition des Hydrocarbures.

Mécanique. Tome XXX, No 331, mars 1946. — G. LE ROUX : La rectification sans centres. Conditions de réglages nécessaires à l'utilisation des machines sans centres. Pistons matricés pour moteurs Diésel. — G. RIBAUD : Le rôle du gaz de houille dans l'économie nationale. — M. BAROIN : Engrenages hélocoidaux à axes perpendiculaires. Développement des alliages réfractaires aux Etats-Unis. — F. RAYMOND : Etude des vibrations d'un ressort à boudin. Le brochage des surfaces dans une usine aéronautique. Usinage de tourillons de manivelle pour moteurs diésel rapides. Indicateur de la différence de vitesses de deux arbres. Pompes à engrenages à haute pression. Les progrès dans l'industrie du magnésium. Coulée sous pression en moules métalliques d'alliages de ma-

gnésium. Le traitement isothermique de l'acier. Méthode de finition des surfaces usinées.

Mécanique. 30e Année, N° 332, avril 1946. — R. GRUNBERG : Caractéristiques comparées des zamaks 2, 3 et 5, moulés sous pression. — Les recherches dans l'industrie. — Boîtes à essieux à roulements à rouleaux. — L. COMPAIN : L'utilisation et l'entretien des alésoirs finisseurs à machines pour finition des alésages. — M. GUEDRAS : La graphitisation des fontes à matrice perlitique. — Le soudage d'aciers au nickel. — Applications des roulements à billes, à rouleaux et à aiguilles. — J. COLLARDET : Les techniques d'amélioration du bois. — Les nouvelles locomotives des chemins de fer sud-africains.

Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France. Fascicule Nos 6-7 et 8, juin-juillet-août 1945. — M. PIGNOT : Les nouvelles techniques dans la compression du gaz de houille carburant. — M. GALLAS : L'évolution de l'équipement des véhicules à gaz comprimé. — M.-H. LUFAMA : Les tendances et idées nouvelles sur les produits fabriqués et leur utilisation (ciments). — M.-G. GRENIER : Principes généraux du laminage de l'acier à chaud et progrès dans leurs applications pratiques. — M. CRANCÉE : La situation générale de la sidérurgie française. — M.-A. DUMAS : L'industrie des métaux non ferreux et particulièrement des métaux légers. — M. JOHN L. HAUGHTON : Quelques travaux métallographiques réalisés en Angleterre pendant la guerre dans le domaine des alliages non ferreux. — M.-P. BASTIEN : Le problème physico-chimique de l'état des surfaces métalliques.

Métaux et Corrosion. N° 245, janvier 1946. — P. GRIVET, H. BRUCK et F. BERTEIN : Le microscope électronique et ses applications métallurgiques. — J. FRASCH : Le traitement du magnésium dans les solutions chroniques.

Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

Séance du 7 février 1946. — R. CAHILL (sir) : La Puissance économique Britannique d'aujourd'hui.

Séance du 27 mars 1946. — Eugène HAUDRY : Les Etats-Unis et la France.

Nicolas LEBLANC-CHAPTAL : Les Débuts de la grande Industrie chimique et la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

La Technique Moderne. Nos 11 et 12, 1er-15 juin 1946. — SAVEL : Récents progrès en physique nucléaire. — J. RICARD : Détermination de la puissance de réserve instantanée dans les usines génératrices thermiques d'énergie électrique *(suite)*. — J. BÉNARD : Journées des applications industrielles des rayons X.

6° Périodiques Généraux et Divers

Journal of the Franklin Institute. T. CCXXXIX, janvier 1945, n° 1. — W.-F.-G. SWANN : Quelques applications des principes de la physique au jeu des instruments de musique. — G. STROMBERG : Le champ autonome. — T.-H. JAMES : Vitesse maximum d'émulsion en liaison avec l'agent développant. —

T. CCXXXIX, février 1945, n° 2. — W.-F.-G. SWANN : Quelques applications des principes de la physique au jeu des instruments de musique. — E. Mc DONALD : Progrès de la fondation de recherche biochimique du Franklin Institute en 1943-44. — A.-P.-H. TRIVELLI : Répartition de la sensibilité parmi les grains des émulsions photographiques. — L.-F. DYTRT et W. SPECHT : Détermination d'impact basés sur l'arrêt de la chute d'un corps. —

T. CCXXXIX, mars 1945, n° 3. — W.-F.-G. SWANN : Quelques applications des principes de la physique au jeu des instruments de musique. — L. BEALE : Benjamin Franklin, patriote international. — S.-P. TIMOSHENKO : Théorie de la flexion, de la torsion et du flambage des charpentes à parois minces de sections transversales ouvertes. — J.-A.-C. YULE : Développants au formoldéhyde-hydroquinone et développements infectieux. —

T. CCXXXIX, avril 1945, n° 4. — S.-P. TIMOSHENKO : Théorie de la flexion, de la torsion et du flambage des charpentes à parois minces de sections transversales ouvertes. — A.-P.-H. TRIVELLI : Etudes sur la sensibilité des matières photographiques. — G.-C. SOUTHWORTH : Radiation de micro-ondes du soleil. — R.-K. MARSHALL : Eclipses de soleil. —

T. CCXXXIX, mai 1945, n° 5. — S.-P. TIMOSHENKO : Théorie de la flexion, de la torsion et du flambage des charpentes à parois minces de sections transversales ouvertes. — J. FELD : Une antenne de radio suspendu à des pylones de 1.000 pieds. — S.-G. HIBBEN : Comment sont nés les « illuminants ». —

T. CCXXXIX, juin 1945, n° 6. — H. SHAPLEY : Sur l'histoire des amas globulaires d'étoiles. — R.-G. PICARD : Nouveaux développements en microscopie électronique. — A.-B. PARSONS : Métaux et pétroles : Le monde en possède assez ! — W.-H. WEISKOPF : Tensions dans les sols sous une fondation.

T. CCIXL, juillet 1945, n° 1. — M. MAC LAREN : Les premières découvertes électriques de Benjamin Franklin et de ses contemporains. — T.-H. JAMES : L'effet de charge en liaison avec la cinétique du développement photographique. I. L'effet général. — N. MINORSKY : Sur l'excitation paramétrique. — J.-H. QUINN et W.-M. MCNABB : Le titrage de l'argent avec l'iodure de potassium. —

T. CCIXL, août 1945, n° 2. — R.-E. FLANDERS : Quelques développements techniques de la guerre et leurs effets dans la paix. — T.-H. JAMES : L'effet de charge en liaison avec la cinétique du développement photographique. II. La période d'induction. — T.-J. HIGGINS : La distribution de la température dans les bobines électriques toroïdales à section rectangulaire. —

T. CCIXL, septembre 1945, n° 3. — L.-R. CARL : Le fulminate de mercure, ses réactions autocatalytiques et leur liaison avec la détonation. — I.-E. MOURONTSEFF : L'électronique et le développement des tubes électroniques. — R. RÜDENBERG : Les performances transitoires des hélices et des vaisseaux dans le recul et l'arrêt. — T.-H. JAMES : L'effet de charge en liaison avec la cinétique du développement photographique III. —

T. CCIXL, octobre 1945, n° 4. — V. BUSH et S.-H. CALDWELL : Un nouveau type d'analyseur différentiel. — T.-H. JAMES : L'effet de charge en liaison avec la cinétique du développement photographique. IV. —

T. CCIXL, nov. 1945, n° 5. — R. RÜDENBERG : Les performances transitoires des hélices et des vaisseaux dans le recul et l'arrêt. II. — W.-F. WELLS : La circulation dans la ventilation sanitaire par irradiation bactéricide de l'air. — E.-L. SULKOWSKI : Les constantes électriques du microbarographe électromagnétique. — J.-E. MAYER et B.-I. HART : Les équations simplifiées de la balistique extérieure. —

T. CCIXL, décembre 1945, n° 6. — S.-E. SHEPPARD, W. VANSELOW et R.-F. QUIRK : Hypersensibilisation et latentification : Un corp d'œil préliminaire. — M.-A. SADOUVSKY : Ressorts non linéaires. — B.-V. KORVIN : -KROUKOVSKY : Séparation dans les écoulements d'air à grande vitesse. — H.-N. BROWN : Les basses températures à bon marché.

T. CCIXLI, janvier 1946, n° 1. — A.-P.-H. TRIVELLI : Etudes sur la sensibilité des produits photographiques. II. Effets sur la forme des courbes caractéristiques des émulsions photographiques. — B.-V. BULGAKOW : Sur la méthode de Van der Pol et son application aux problèmes de contrôle non linéaires. — C.-G. MONTGOMERY et D.-D. MONTGOMERY : Un appareil pour mesurer la radiation totale. —

T. CCXLI, février 1946, n° 2. — A.-P.-H. TRIVELLI : Etude sur la sensibilité des produits photographique III. Sensibilité intrinsèques. — J.-H. DE WITT : Caractères techniques et tactiques du Radar. — R.-C. BINDER : Une étude de l'agitation de l'écoulement dans les systèmes compresseurs ou ventilateurs.

La Revue Scientifique. N° 3244, mai 1945. — L. CARFIGNAL : Recherches de mathématiques utilisables. Sur les conditions de stabilité des systèmes saillants. — A. SAULNIER et J.-J. TRILLAT : Radiographie et micro-radiographie par électrons secondaires. — A. DAUVILLIER : Le cours de physique cosmique du collège de France. — G. URBAIN et Ch. MENTZER : Etude physiologique de quelques nouvelles phényl-éthylamines α disulatituées. — H. CABANNES : Etude des fractions continues ayant leurs quotients en progression arithmétique ou en progression géométriques. — BUU-HOÏ et R. ROGER : Etudes dans le domaine des noyaux aromatiques condensés. XXIIIe Mémoires : Action des dérivés organomagnésiens sur les dichlorotétrahydrobenzarsazinophénarsazines. — A. PITOT : Remarques sur l'évolution des lois primaires dans le système radiculaire de Pinus halepensis. — J. GAUZIT : La matière dans l'espace interstellaire. — M. PARODI : Sur l'origine des filtres électriques et mécaniques.

Le Gérant : G. DOIN. 10-1946. Imprimerie BÉDU, à St-Amand (Cher). O.P.L. n° 31.1293

Dépôts légaux : 4e trimestre 1946 : d Editeur, n° 28; d'Imprimeur, N° 378